

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD

Voditelj rada:

prof. dr. sc. IVO ČALA

Siniša Murtezanović

ZAGREB, 2010.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD
Analiza ciklusa proizvodnje u farmaceutici

Siniša Murtezanović

ZAGREB, 2010.

SAŽETAK

Svjetska farmaceutska industrija uvelike se promijenila u posljednjem desetljeću. Intenzivna globalizacija, povećana konkurencija i borba za udjel na globalnom tržištu stvorili su nove izazove za farmaceutske kompanije. Ubrzana globalizacija definitivno je djelovala na konsolidaciju svjetske farmaceutske industrije. Stoga sklapanje savezništva u obliku pripajanja i akvizicije sve više i više postaje temeljnom strateškom orijentacijom svjetskih farmaceutskih kompanija. Spajanjem one žele stvoriti stratešku sinergiju kako bi postale uspješnije, konkurentnije i sposobne za nove cikluse istraživanja i razvoja. U radu je obrađena tema o analizi ciklusa proizvodnje u farmaceutici. Uzeti su podaci iz proizvodnje i na temelju njih se je utvrdilo postojeće stanje i moguća poboljšanja, te je izračunata zauzetost strojeva. Tisu podaci osnova za daljnje planiranje proizvodnje, a i za planiranje nadolazećih projekata.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Svjetska farmaceutska industrija, [1]	1
1.2. Značajke svjetske farmaceutske industrije, [1]	2
1.3. Globalizacija farmaceutske industrije, [1]	5
1.4. PLIVA d.d., [2], [3]	7
1.5. Pliva Hrvatska, [2], [3]	8
1.7. Organizacijska struktura, [3]	10
1.8. Razine poslovanja, [3]	11
2. OPĆENITO O CIKLUSU PROIZVODNJE, [4], [5]	17
2.1. Postupni ciklus proizvodnje	17
2.2. Paralelni ciklus proizvodnje	18
2.3. Kombinirani ciklus proizvodnje	19
2.4. Stvarni ciklus proizvodnje (Ts)	20
3. IZVORI MEĐUOPERACIJSKIH ZASTOJA, [4]	24
4. OPIS POSTROJENJA, [3], [6]	26
4.1. Podaci o pogonu	27
4.2. Opis tehnološkog procesa	28
5. ANALIZA KONKRETNIH CIKLUSA PROIZVODNJE	32
6. ZAKLJUČAK	41
7. LITERATURA	42

POPIS SLIKA

Slika 1. Organizacijska struktura, [3]

Slika 2. Gantogramski prikaz postupnog ciklusa proizvodnje, [4]

Slika 3. Gantogramski prikaz paralelnog ciklusa proizvodnje, [4]

Slika 4. Gantogramski prikaz kombiniranog ciklusa proizvodnje, [4]

Slika 5. Gantogramski prikaz stvarnoga ciklusa proizvodnje, [4]

Slika 6. Normalna razdioba vrijednosti koeficijenta protoka f , [4]

Slika 7. Ovisnost koeficijenta protoka o ΣNS i broju operacija (BO), [4]

Slika 8. Plivin proizvodni pogon na lokaciji „Prilaz Baruna Filipovića 25“

Slika 9. Presjek proizvodnog objekta

Slika 10. Standardizirani spremnik-„Bin“ i paletirka

Slika 11. Popis proizvoda i operacija, [6]

Slika 12. Flow chart prikaz ciklusa proizvodnje za jedan proizvod

Slika 13. Popis strojeva, [6]

Slika 14. Trajanje operacija po strojevima

Slika 15. Zauzetost stroje

Slika 16. Postojeće stanje

Slika 17. 1. Varijanta

Slika 18. 2. Varijanta

Slika 19. 3. Varijanta

POPIS TABLICA

Tablica 1. Svjetsko farmaceutsko tržište (2000. - 2005.)

Tablica 2. Vodeća svjetska farmaceutska tržišta u 2005.

Tablica 3. Vodeće svjetske farmaceutske kompanije u 2005.

Tablica 4. Vodeće svjetske generičke kompanije u 2005.

Tablica 5. Pregled farmaceutskih udruživanja u 2006.

Tablica 6. Trajanje pojedine operacije

IZJAVA

Izjavljujem pod moralnom, materijalnom i krivičnom odgovornošću da sam završni projekt radio samostalno koristeći literaturu koju su mi dali u poduzeću PLIVA d.d. i koju mi je dao mentor, te koristeći literaturu koju sam i sam pronašao.

Prilikom izrade završnog projekta koristio sam znanja i iskustva stečena tijekom studija.

(Siniša Murtezanović)

ZAHVALA

Zahvaljujem svima profesorima koji su mi tokom moga studija omogućili stjecanje znanja potrebnog za izradu završnog projekta.

Posebno zahvaljujem cijenjenom mentoru, prof. dr. sc. Ivo Čala, na davanju sadržajnih sugestija tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se i djelatnicima PLIVE d.d. na podacima koje su mi ustupili i na utrošenom vremenu.

1. UVOD

1.1. Svjetska farmaceutska industrija, [1]

Svjetska farmaceutska industrija uvelike se promijenila u posljednjem desetljeću. Intenzivna globalizacija, povećana konkurencija i borba za udjel na globalnom tržištu stvorili su nove izazove za farmaceutske kompanije. Ubrzana globalizacija definitivno je djelovala na konsolidaciju svjetske farmaceutske industrije. Stoga sklapanje savezništva u obliku pripajanja i akvizicije sve više i više postaje temeljnom strateškom orijentacijom svjetskih farmaceutskih kompanija. Spajanjem one žele stvoriti stratešku sinergiju kako bi postale uspješnije, konkurentnije i sposobne za nove cikluse istraživanja i razvoja. Farmaceutsku industriju u Istočnoj Europi u većini su preuzele multinacionalne kompanije, čime su stvororeni novi menadžerski izazovi. Može se predvidjeti da će intenzivni procesi povezivanja u svjetskoj farmaceutskoj industriji stvoriti još i veće farmaceutske koncerne i ubrzati stvaranje oligopola na globalnoj razini. Može se zaključiti da će strateški menadžment, s izrazitom tržišnom orijentacijom, odigrati važnu ulogu i biti prioritetna funkcija u budućoj globalizaciji i konsolidacijskim procesima u svjetskoj farmaceutskoj industriji.

1.2. Značajke svjetske farmaceutske industrije, [1]

Glavne značajke svjetske farmaceutske industrije su:

- pojačana globalizacija
- promijenjiva konkurencijska struktura i povećana konkurentnost
- nedostatak novih proizvoda, unatoč povećanim ulaganjima u istraživanje i razvoj (I&R)
- brza udruživanja i koncentracija farmaceutskih industrija u svijetu
- sve veća važnost strateškog menadžmenta
- razvoj novih medicinskih područja i tehnologija
- starenje svjetske populacije i otvaranje novih još ne ispitanih medicinskih područja
- brz razvoj svjetskog tržišta generičkih lijekova

Svjetsko farmaceutsko tržište je doživjelo brze, neviđene, velike i složene promijene u posljednjih nekoliko godina. Farmaceutska industrija je i dalje jedna od najinventivnijih, najinovativnijih i najprofitabilnijih između, tzv. „high-tech“ industrija, no međutim, moglo bi se reći da se farmaceutska industrija sve više prilagođava strateškim trendovima i zahtjevima tržišta. Daljni strateški razvoj farmaceutske industrije jasno pokazuje njezino jačanje, proširivanje i orijentaciju ka tržištu. Danas farmaceutska industrija, bez sumnje, objedinjuje neke od najvećih potencijala današnjice. Procijenjeno je da razvoj potpuno novoga lijeka košta više od 1.2 milijarde dolara i potrebno je više od 12 godina kako bi ga se plasiralo na tržište kao gotov, legalno registriran i odobren proizvod. To je istovremeno vrlo složen, opsežan i vrlo riskantan posao bez ikakve garancije da će taj proizvod uspijeti na tržištu i donijeti zaradu.

Da bi farmaceutska kompanija postigla tržišni uspjeh s novim proizvodom, mora jako puno investirati u marketing i prodajne aktivnosti. Marketing i prodajne aktivnosti uključno sa istraživanjem i razvojem su dva najvažnija operativna i još više strateška prioriteta svjetske farmaceutske industrije. Najveće inventivne farmaceutske kompanije

prosiječno ulažu, oko 16% od prodaje u I&R i još više, oko 26% ili više u marketing i prodajne aktivnosti. Međutim ove procijene, posebno one vezane uz ulaganja u I&R, variraju. Naime, kod specijaliziranih kompanija su još i veće, a kod farmaceutskih kompanija koje se bave proizvodnjom generičkih lijekova su puno niže. Svjetska farmaceutska industrija strukturalno nije jedinstvena, s obzirom da se farmaceutske kompanije razlikuju prema osnovnoj misiji, učinku i strateškom razvoju. Možemo definirati tri različite skupine svjetskih farmaceutskih kompanija: farmaceutske kompanije koje se bave istraživanjem i razvojem, te marketingom i prodajom potpuno novih, inventivnih, originalnih farmaceutskih proizvoda; farmaceutske kompanije koje se bave razvojem i prodajom generičkih proizvoda; i farmaceutske kompanije koje se bave istraživanjem i razvojem specijalističkih tipova lijekova.

Vrijednost svjetskog farmaceutskog tržišta

Year	Value in billion \$	Growth in %
2000	358	
2001	387	8.1
2002	422	9
2003	490	16.1
2004	547	11.6
2005	602	10

Tablica 1. Svjetsko farmaceutsko tržište (2000. - 2005.)

U 2005. objavilo je ukupnu prodaju od 602 milijarde dolara i stopu rasta od 10%. Najbrže rastuća svjetska tržišta i regije su ona u Kini, Centralnoj i Istočnoj Europi (Rusija, Poljska i Rumunjska) i neka u latinskoj Americi (Brazil, Mexico, Chile).

Procijenjuje se da će svjetsko farmaceutsko tržište rasti u prosjeku za 7% CAGR (godišnji prirast) do 2010. godine (Pharma Strategy Group, 2005.). No međutim, također se procijenjuje, da će svjetsko tržište genericima doživjeti još i veći porast za oko 12% CAGR do 2010. godine.

Vodeća svjetska farmaceutska tržišta po prodaji i konzumaciji medikamenata po stanovniku su SAD, Japan i Njemačka.

Position	Markets	Value in billion \$
1.	USA	248
2.	Japan	67
3.	Germany	29
4.	France	26
5.	United Kingdom	17
6.	Italy	16
7.	Canada	14
8.	Spain	12
9.	Brazil	9
10.	Mexico	8

Tablica 2. Vodeća svjetska farmaceutska tržišta u 2005.

Position	Company	Country of origin	Sales in billion \$	World market share in %
1.	Pfizer	USA	44.3	7.4
2.	Sanofi-Aventis	France	33.6	5.6
3.	GlaxoSmithKline	United Kingdom	32.1	5.3
4.	Novartis	Switzerland	24.9	4.1
5.	AstraZeneca	United Kingdom	23.9	4.0
6.	Johnson&Johnson	USA	22.3	3.7
7.	Merck&Co	USA	22.1	3.7
8.	Roche	Switzerland	21.5	3.6
9.	Wyeth	USA	15.3	2.5
10.	BMS	USA	15.3	2.5

Tablica 3. Vodeće svjetske farmaceutske kompanije u 2005.

Position	Company	Sales in billion \$
1.	Teva, Israel	5.3
2.	Sandoz, Germany	4.7
3.	Merck Generics, Germany	2.3
4.	Ivax, USA	1.8
5.	Ratiopharm, Germany	1.7
6.	Watson, USA	1.65

Tablica 4. Vodeće svjetske generičke kompanije u 2005.

Svjetska farmaceutska industrija je doživjela velike promijene u zadnjih deset godina. Najprimjetniji su snažni procesi udruživanja i proširivanja koji su se odvijali što je rezultiralo novim savezništva i kompanijama.

Usporede li se podaci iz tablica, može se vidjeti da su farmaceutske kompanije izvornim lijekovima ostvarile gotovo deset puta veću dobit od farmaceutskih kompanija generičkih lijekova.

Razlika između izvornih i generičkih lijekova je u tome što bi se generički lijek mogao definirati kao bioekvivalent izvornom lijeku, s istim aktivnim sastojcima kao i original, te je isto tako predmet standardne registracijske procedure. No međutim, njegovo puštanje u prodaju postaje legalno tek nakon što isteknu sva prava na intelektualno vlasništvo (prava na patent isteknu).

Upravo je ta činjenica razlog zbog kojeg farmaceutske kompanije generičkim lijekovima ne ulažu velike svote novca u I&R, već u marketing i prodaju.

1.3. Globalizacija farmaceutske industrije, [1]

Vidljiv je utjecaj globalizacije na farmaceutsku industriju, što se očituje brojnim konsolidacijama i savezništva. Tako nastaju transnacionalne i multinacionalne kompanije, koje na taj način postaju glavni pokretači globalizacije, jer na taj način jačaju. A druge kompanije se povode njihovim primjerom i tako dolazi do novih konsolidacija i savezništava.

Razlozi udruživanja su:

- nedostatak novih proizvoda kako bi se potaknula prodaja,
- brzi procesi globalizacije svijetske ekonomije,
- velika ulaganja potrebna za istraživanje i razvoj (I&R),
- velika ulaganja u globalni marketing i prodajne aktivnosti,
- jačanje konkurencije,
- izmjenjene strukture konkurencije,
- svjetske reforme zdravstvenih sustava,

- povećana važnost regulacijskih pravila (registracije, intelektualno vlasništvo).

Prema nekim istraživanjima, došlo je do više od 10 000 procesa spajanja u svjetskoj farmaceutskoj industriji u zadnjih deset godina (Datamonitor, 2005). Procesi spajanja i udruživanja su se provodili u praktički sva tri segmenta svjetske farmaceutske industrije (inventivnoj – originalne farmaceutske kompanije, proizvođači generika i specijalisti). Procesi udruživanja su praktički stvorili potpuno nove farmaceutske igrače, dok su neki prijašnji jaki farmaceutski igrači isčezli sa globalnog tržišta. Na primjer, vodeća svjetska farmaceutska kompanija Pfizer je nastala od pet velikih internacionalnih igrača: Pfizera samog, Warner Lambert, Upjohn, Searle and Pharmacia. Svjetski vodeća farmaceutska kompanija genericima, Teva iz Izraela, je preuzela više od 10 generičkih kompanija, kao što su: Lemmon, Gry, Prosintex, Biogal, Human, Biocraft, Pharmascience, Copley, Novofarm, BAYER Classics, Sicor and Ivax.... Nedavno, jakog američkog proizvođača generika Barr Pharmaceuticals, od kojega je Pliva još ranije bila preuzeta.

Target -taken-over company	Acquirer	Creating of synergies
Schering AG, Germany	Bayer, Germany	R&D, markets, marketing & sales
Hemofarm, Serbia	Stada, Germany	markets, products, sales
Serono, Switzerland	Merck KGaA, Germany	R&D, markets, marketing & sales
Schwarz Pharma, Germany	UCB, Belgium	R&D, products, markets, marketing & sales
Altana Pharma, Germany	Nycomed, Denmark	R&D, markets, products, marketing & sales
Hospira, USA	Mayne Pharma, Australia	products, markets, sales
Pliva, Croatia	Barr Pharmaceuticals, USA	markets, products, R&D (biogenerics), sales
Kos Pharmaceuticals, USA	Abbott, USA	R&D, products

Tablica 5. Pregled farmaceutskih udruživanja u 2006.

Globalizacija je također zahvatila i farmaceutsku industriju u Istočnoj Europi. Većina farmaceutske industrije u regije je izgubila strateški suverenitet. Većina vodećih i najvažnijih Istočno Europskih farmaceutskih industrija (Slovenski Lek, Hrvatska Pliva, Srpski Hemofarm, i velika većina Poljskih, Čeških, Slovačkih, Rumunjskih i Bugarskih farmaceutskih industrija) preuzeto je od strane internacionalnih ili multinacionalnih farmaceutskih industrija koje su u procesu globalizacije.

1.4. PLIVA d.d., [2], [3]

Pliva d.d. je vodeća farmaceutska kompanija u Srednjoj i Istočnoj Europi. Iza nje je 85 godina uspješnog farmaceuskog poslovanja. Povijest Plive seže u 1921. godinu kada je osnovano hrvatsko-madžarsko poduzeće Kastel smješteno prvenstveno u Karlovcu.

Istraživanje i razvoj lijekova u Kastelu započelo je već 1935. godine pod vodstvom hrvatskog nobelovca s područja kemije prof.dr. Vladimirom Prelogom.

1952. godine osnovan je istraživački institut u kojem je stvoren velik broj novih proizvoda, od kojih je najpoznatiji azitromicin, koji se kod nas prodaje pod Plivinom tržišnom markom Sumamed, a u Zapadnoj Europi i SAD-u ga, prema Plivinoj licenci, proizvodi i prodaje američka farmaceutska kompanija Pfizer. Predanost Plive istraživanju i razvoju potvrđuju i ulaganja u taj sektor, koja iznose gotovo 10% ukupnih prihoda.

Osim novih proizvoda, Pliva je uspješna i u proizvodnji generičkih lijekova (ti lijekovi nisu zaštićeni licencom iz razloga navedenih u Uvodu). Vjerojatno je to razlog zbog kojega se američka farmaceutska kompanija Barr, treća u svijetu po proizvodnji generičkih lijekova, zainteresirala i na 2006. godine preuzela Plivu. Nedugo nakon toga 2009. godine Teva, najveća svjetska farmaceutska kompanija po proizvodnji generičkih lijekova, preuzima Barr, a time i Plivu. Ta preuzimanja su rezultirala mnogim promjenama odnosno reorganizacijom kako rada, tako i radne snage. Nažalost, veliki broj zaposlenika je otpušten u toj reorganizaciji rada.

Snaga kompanije leži u bogatstvu različitosti, visokostručnim zaposlenicima i njihovoj predanosti da osiguraju visoko kvalitetne proizvode koji su rezultat vrhunske tehnologije i znanstvenih dostignuća, troškovno konkurentne proizvodnje te stalne brige o korisnicima.

1.5. Pliva Hrvatska, [2], [3]

Pliva je u Hrvatskoj najveća domaća farmaceutska kompanija. Početkom 2004. godine preuzela je razvoj, proizvodnju, distribuciju i prodaju lijekova i farmaceutskih proizvoda u Republici Hrvatskoj. Dioničko je društvo i na svjetskom je tržištu od 50-ih godina prošloga stoljeća, a na londonskoj burzi je od 1996. godine, te od tada ostvaruje kontinuirani rast ukupnog prihoda, dobiti i dobiti po dionici. Bavi se vlastitim istraživanjem i razvojem već skoro 70 godina. Posluje internacionalno i ima proizvodne pogone na četiri lokacije. Zagreb, Brno (Češka), Krakov (Poljska) i New Jersey (SAD).

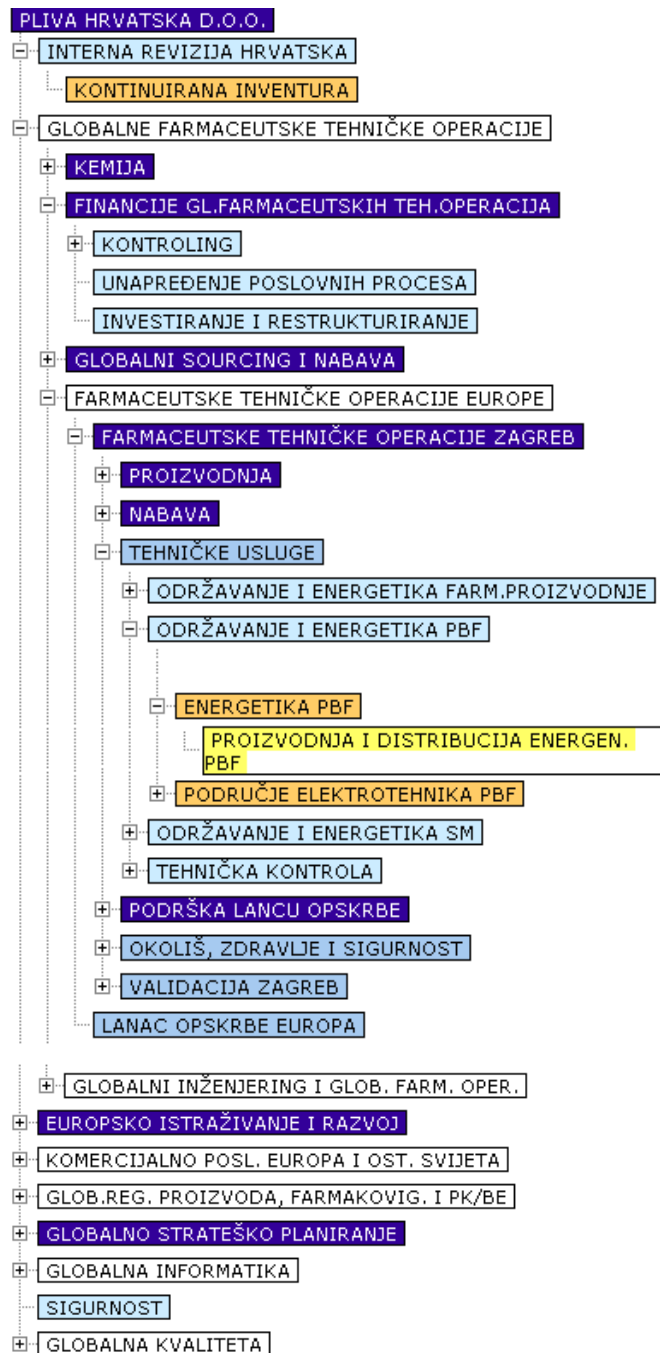
Razvoj PLIVE kroz povijest:

- 1935. početak organiziranog istraživačkog rada u “Kaštelu ” dolaskom dr. Vladimira Preloga, kasnije dobitnika Nobelove nagrade
- 1936. "Kaštel" d.d. postaje jedan od prvih proizvođača sulfonamida u svijetu
- 1941. “ PLIBAH“ postaje PLIVA – Državni zavod za Proizvodnju Lijekova IVAkcina
- 1945. “Kaštel”d.d. postaje dijelom PLIVE
- 1952. osnovan istraživački institut PLIVE
- 1953. počinje proizvodnja prvih količina C vitamina po vlastitoj tehnologiji
- 1959. počinje proizvodnja oksitettraciklina i vitamina B6
- 1971. patentiran je metaciklin
- 1980. patentiran je i zaštićen PLIVIN vlastiti originalni makrolidni antibiotik - azitromicin, koji PLIVU svrstava među 9 zemalja svijeta koje imaju svoju vlastitu antibiotsku supstancu
- 1986. PLIVA je sklopila licencni ugovor s americkom tvrtkom PFIZER, kojom PFIZER dobiva ekskluzivno pravo na prodaju lijeka u SAD i zapadnoj Evropi
- 1988. PLIVA uvodi azitromicin na tržište pod zaštićenim imenom SUMAMED
- 1991. PFIZER uvodi azitromicin na tržište pod imenom ZITHROMAX
- 1996. uvrštenje PLIVINIH dionica na Londonsku i Zagrebacku burzu

1997. akvizicija PLIVE Krakow (Poljska)
1998. otvoren pogon za proizvodnju azitromicina u Savskom Marofu
1999. akvizicija FARMACOM (Poljska)
akvizicija MIXIS GENETICS Ltd. (Francuska)
akvizicija LACHEMA (Češka)
2000. akvizicija DOMINION (Velika Britanija)
2001. otvoren novi Pogon suhih oralnih oblika lijekova
akvizicija njemačke farmaceutske tvrtke AWD.pharma (Njemačka)
2002. otvoren novi Istraživacki institut
akvizicija Sidmak Laboratories, Inc (SAD)
akvizicija 2K Pharmaceuticals (Danska)
2003. akvizicija EDIGEN SA (Španjolska)
2004. početak samostalnog poslovanja: PLIVA d.d, PLIVA HRVATSKA d.o.o, PLIVA-ISTRAŽIVACKI INSTITUT d.o.o.
2006. *Barr* preuzima *Plivu*
2009. *Teva* preuzima *Barr*, a time i *Plivu*

1.7. Organizacijska struktura, [3]

Organizacijska struktura PLIVE Grupe je matrična. U organizacijskoj strukturi definiran je odnos između globalnog, internacionalnog i regionalnog poslovanja i operacija na lokalnom tržištu. Organizacijska struktura PLIVE HRVATSKA d.o.o. definirana je prema organizacijskim principima PLIVA Grupe i podržava ostvarenje strategije povezane kompanije.



Slika 1. Organizacijska struktura, [3]

1.8. Razine poslovanja, [3]

Mezo razina: FTOZ(Farmaceutske tehničke operacije Zagreb)

Radom strateške poslovne jedinice **Farmaceutske tehničke operacije Zagreb** rukovodi izvršni direktor Farmaceutskih tehničkih operacija Zagreb i član Uprave Društva koji je odgovoran za ukupno poslovanje Farmaceutskih tehničkih operacija Zagreb (u daljnjem tekstu: glavni tehnički direktor Društva), a odgovora izvršnom direktoru Internacionalnih farmaceutskih tehničkih operacija.

Strateška poslovna jedinica **Farmaceutske tehničke operacije Zagreb** obavlja sljedeće poslove:

- razvoj i unapređenje procesa lanca opskrbe;
- proizvodnja gotovih farmaceutskih oblika lijekova iz područja generičkog poslovanja;
- pravovremena opskrba proizvodima, s konkurentnim cijenama i prihvatljivom kvalitetom;
- upravljanje kvalitetom procesa i proizvoda;
- nabava sirovina, ambalaže, osnovnih sredstava, rezervnih dijelova, tehničkog materijala, sitnog inventara, režijskog materijala, materijala za potrebe laboratorija, promotivnog materijala i usluga;
- carinjenje sirovina, ambalaže, osnovnih sredstava, rezervnih dijelova, tehničkog materijala, sitnog inventara, režijskog materijala, materijala za potrebe laboratorija, promotivnog materijala, gotovih proizvoda i ostalih materijala;
- skladištenje i upravljanje zalihama sirovina, ambalaže, rezervnih dijelova, tehničkog materijala, osnovnih sredstava i gotovih proizvoda;
- organiziranje i kontrola distribucije robe;
- koordinacija procesa organizacije službenih putovanja
- proizvodnja, nabava i distribucija energenata;
- organiziranje, ugovaranje, priprema i nadzor ugovorne proizvodnje;
- dizajn, uvođenje, nadzor i razvoj sustava upravljanja okolišem, sustava za zaštitu na radu i sustava sigurnosti;

- sudjelovanje u procesu pripreme i realizacije investicijskih projekata;
- predlaganje i praćenje plana troškova;
- planiranje, procjena i analiza uspješnosti poslovanja;
- održavanje objekata, opreme i postrojenja;
- suradnja s lokalnim državnim tijelima i ustanovama;
- nadzor primjene zakonske regulative.

U strateškoj poslovnoj jedinici **Farmaceutske tehničke operacije Zagreb** organiziraju se:

strateška poslovna područja:

Proizvodnja;

Podrška lancu opskrbe;

Nabava;

poslovne jedinice:

Validacija Zagreb;

Tehničke usluge;

Okoliš, zdravlje i sigurnost;

i radna jedinica:

Financijska podrška.

Radom strateškog poslovnog područja **Proizvodnja** rukovodi viši direktor Proizvodnje koji je odgovoran za ukupno poslovanje strateškog poslovnog područja Proizvodnja i odgovara glavnom tehničkom direktoru Društva.

Strateško poslovno područje **Proizvodnja** obavlja sljedeće poslove:

- proizvodnja gotovih farmaceutskih oblika lijekova iz područja generičkog poslovanja;
- optimizacija procesa proizvodnje;
- kontrola proizvodnog procesa;
- unapređenje tehnološkog procesa;
- uvođenje novih proizvoda “scale up“;
- proizvodnja u pilot pogonima;

- dizajn ambalaže i standardizacija pakiranja;
- podržavanje transfera proizvoda;
- optimizacija proizvodnog kapaciteta;
- izrada proizvodne dokumentacije;
- kvalifikacija linija, validacija proizvodnih procesa i procesa čišćenja;
- skladištenje repromaterijala u vlastitim skladišnim kapacitetima;
- sudjelovanje u procesu pripreme i realizacije investicijskih projekata;
- provođenje zaštite na radu;
- tretiranje otpadnih materijala.

U strateškom poslovnom području **Proizvodnja** organiziraju se: radne jedinice:

Unapređenje tehnologije;
Biotehnološki proizvodi;
Upravljačko-nadzorni sustavi;

i pogoni:

Suhi oralni oblici;
Injekcije;
Penicilinski antibiotici;
Oprema;
Galenski proizvodi;
Hrvatski Leskovac.

Radom strateškog poslovnog područja **Podrška lancu opskrbe** rukovodi viši direktor Podrške lancu opskrbe koji je odgovoran za ukupno poslovanje strateškog poslovnog područja Podrška lancu opskrbe i odgovara glavnom tehničkom direktoru Društva.

Strateško poslovno područje **Podrška lancu opskrbe** obavlja sljedeće poslove:

- razvoj i unapređenje procesa lanca opskrbe;
- planiranje potražnje i proizvodnje;

- optimizacija zaliha gotovih proizvoda, sirovina i ambalaže, te uvođenje razine sigurnosnih zaliha;
- skladištenje sirovina, ambalaže, rezervnih dijelova, tehničkog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda;
- unapređivanje skladišnog poslovanja;
- upravljanje procesom ugovaranja, planiranja, razvoja i unapređenja distribucije;
- praćenje prodaje, te organizacija i kontrola izvršenja otpreme proizvoda za Zapadnu Europu i SAD;
- koordiniranje aktivnosti opskrbe proizvodima između proizvodnje, nabave, kvalitete i korisnika;
- upravljanje carinsko-distribucijskim centrom;
- koordiniranje odnosa s Carinskom upravom Republike Hrvatske, te nadležnim ministarstvima;
- kalkulacija i analiza standardne cijene proizvoda;
- izrada financijskih podloga za ugovornu proizvodnju;
- sudjelovanje u procesu pripreme i realizacije investicijskih projekata;
- upravljanje voznim parkom.

Radom strateškog poslovnog područja **Nabava** rukovodi viši direktor Nabave koji je odgovoran za ukupno poslovanje strateškog poslovnog područja Nabava i odgovara glavnom tehničkom direktoru Društva.

Strateško poslovno područje **Nabava** obavlja sljedeće poslove:

- koordiniranje rada Nabave s drugim organizacijskim jedinicama u kompaniji;
- upravljanje procesom planiranja, razvoja, unapređenja i kontrole izvršenja nabave;
- upravljanje nabavom sirovina, pakirnog materijala i opreme, rezervnih dijelova, - poluproizvoda, gotove robe, tehničkog materijala, usluga i energenata;
- brigu o pravovremenoj nabavi i o najpovoljnijem načinu korištenja sredstava namijenjenih za izvršenje nabave;
- organizaciju carinjenja i ishođenja uvoznih dozvola od nadležnih državnih tijela;

- sustavno praćenje zakona i drugih propisa s područja trgovinskog, deviznog i carinskog
 - poslovanja, te GMP-a i važećih propisa s područja farmaceutskog poslovanja;
- evaluaciju i razvoj dugoročnih odnosa s dobavljačima, te uvođenje novih i alternativnih dobavljača;
- istraživanje tržišta nabave i praćenje kretanja nabavnih cijena;
- podršku transferu proizvoda;
- nabavu za proces razvoja novih proizvoda;
- pregovaranje i sklapanje ugovora s dobavljačima:
- sudjelovanje u definiranju i primjeni elemenata sustava osiguranja kvalitete;
- upravljanje/podrška upravljanju zalihama sirovina, ambalaže, rezervnih dijelova, tehničkog materijala i opreme;
- sudjelovanje u definiranju sigurnosnih zaliha u skladu s politikom upravljanja zalihama;
- unapređenje nabavnog procesa
- uspostavljanje i primjena SOX smjernica
- predlaganje procesa i projekata za unapređenje rada organizacijske jedinice;
- sudjelovanje u procesu pripreme i realizacije investicijskih projekata.

U strateškom poslovnom području **Nabava** organiziraju se:

- radne jedinice:

Nabava sirovina;

Nabava pakirnog materijala;

Nabava osnovnih sredstava i potrošnog materijala;

Nabava usluga i energenata;

Nabava gotovih proizvoda.

Mikro razina: Tehničke usluge- podrška proizvodnim procesima

Radom poslovne jedinice **Tehničke usluge** rukovodi direktor Tehničkih usluga koji je odgovoran za ukupno poslovanje poslovne jedinice Tehničke usluge i odgovara glavnom tehničkom direktoru Društva.

Poslovna jedinica **Tehničke usluge** obavlja sljedeće poslove:

- upravljanje procesom održavanja uređaja, opreme, postrojenja i objekata;
- proizvodnja i distribucija energenata, odvodnja te provođenje energetske učinkovitosti;
- unapređenje tehnologije održavanja te standardizacija održavanja i energetike;
- umjeravanje i mjerenje kod kvalifikacije opreme;
- sudjelovanje u procesima prijenosa tehnologija, te razvoja i uvođenja novih tehnologija;
- upravljanje zalihama rezervnih dijelova i tehničkog materijala;
- sudjelovanje u procesu pripreme i realizacije investicijskih projekata.

U poslovnoj jedinici **Tehničke usluge** organiziraju se:
radne jedinice:

Održavanje i energetika Farmaceutске proizvodnje;

Održavanje i energetika PBF;

Održavanje i energetika SM;

Tehnička kontrola.

2. OPĆENITO O CIKLUSU PROIZVODNJE, [4], [5]

Ciklusom proizvodnje se obično naziva vremenski interval od početka rada na prvoj operaciji i poziciji, pa do predaje gotovoga proizvoda u skladište ili eksploataciju. U svakoj proizvodnji i poduzeću je cilj skratiti taj ciklus kako bi uložena sredstva što prije preko gotovoga proizvoda bila plasirana na tržište. Postavlja se pitanje kako izračunati taj ciklus i kako ga maksimalno skratiti. Izračunavanje vremena trajanja svake operacije nije problem jer je u tehnološkoj dokumentaciji poznato normirano vrijeme za svaku operaciju, a isto je tako poznato i pripremno završno vrijeme za dotičnu seriju. Trajanje operacije za n komada iznositi će:

$$t_N = t_{pz} + n \cdot t_1 \quad [h]$$

Kada se na taj način izračuna trajanje svih operacija na jednoj poziciji, a uzet će se npr. da pozicija ima četiri operacije i da one traju kako je prikazano u tablici 6., može se izračunati ciklus proizvodnje prema različitim teoretskim principima kretanja.

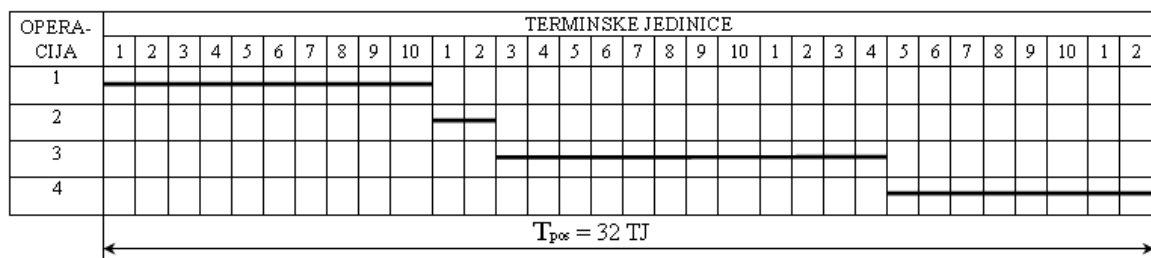
TRAJANJE POJEDINE OPERACIJE PROIZVODNJE U TERMINSKIM JEDINICAMA (TJ)	
Operacija proizvodnje	Trajanje u terminskim jedinicama
1	10
2	2
3	12
4	8

Tablica 6. Trajanje pojedine operacije

2.1. Postupni ciklus proizvodnje

Ciklus proizvodnje po postupnom načinu može se uzeti kao prvi i osnovni, a njegova je karakteristika da sljedeća operacija ne može započeti ako nije završena prethodna. Ovakav pristup je karakterističan za pojedinačnu ili maloserijsku proizvodnju. Na gantogramu slika 1., prikazana je shema postupnog načina kretanja proizvodnje. U tom slučaju ciklus proizvodnje trajati će 32 TJ, što je zapravo suma norma sati (ΣNS) svih operacija i računa se prema izrazu:

$$T_{pos} = \Sigma NS = 10 + 2 + 12 + 8 = 32 \text{ TJ}$$



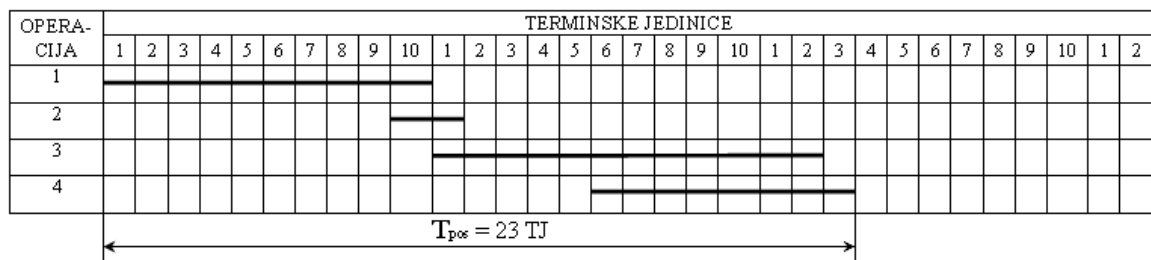
Slika 2. Gantogramski prikaz postupnog ciklusa proizvodnje, [4]

2.2. Paralelni ciklus proizvodnje

Ubrzanje ciklusa proizvodnje moguće je provesti kod rada u većim serijama, a sam ciklus, kao što se vidi na slici 2., skraćen je zato što se neke operacije mogu izvoditi paralelno. Dakle, nije potrebno npr. seriju od 10 000 komada izvesti cijelu na prethodnoj operaciji i tek onda početi sljedeću, već se to može učiniti nakon izvedene manje količine u prethodnoj operaciji.

Tu postoje određena pravila:

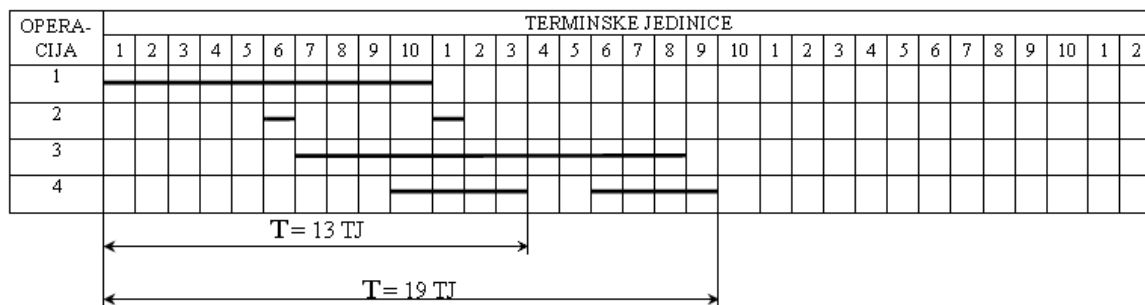
- kada je prethodna operacija kraća od sljedeće (sljedeća operacija je sporija), može se sljedeća početi jednu terminsku jedinicu (sat, smjena, dan) nakon početka prethodne. To isto vrijedi kada su prethodna i sljedeća operacija jednake po trajanju.
- kada je prethodna operacija duža od sljedeće (sljedeća je brža), može se sljedeća završiti jednu terminsku jedinicu nakon završetka prethodne.



Slika 3. Gantogramski prikaz paralelnog ciklusa proizvodnje, [4]

2.3. Kombinirani ciklus proizvodnje

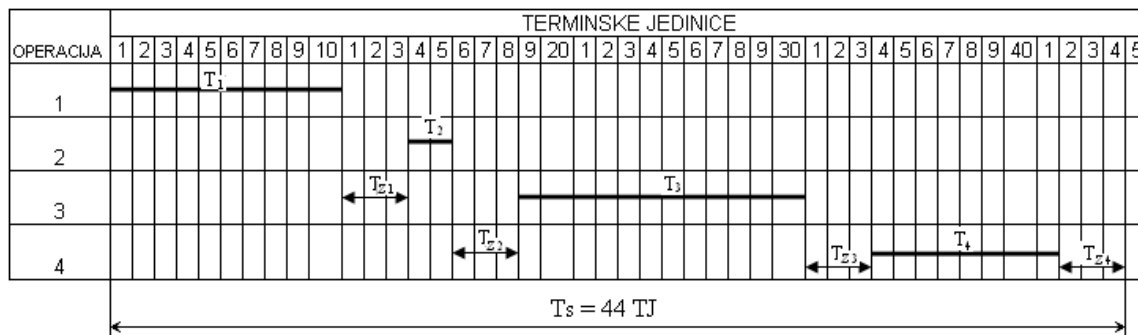
Još veće skraćenje proizvodnog intervala može se postići kombiniranim ciklusom proizvodnje, a rabi se u velikoserijskoj ili masovnoj proizvodnji. Osnovna mu je karakteristika u tome da se kratka operacija koja prethodi dugoj podjeli na više manjih serija, a isto to radi se i na zadnjoj operaciji. Dade se uočiti na slici 2., da druga i treća operacija, koja dugo traje, počinju mnogo kasnije od prve operacije. Djeljenje operacija se provodi poštujući pravilo a i b iz paralelnog ciklusa proizvodnje, to omogućuje znatno raniji početak sljedeće operacije. Zadnja se operacija obavezno razbija na dvije ili više manjih serija kako bi dio serije pozicija bio što prije završen, a to znači ubrzanu opskrbu montažnih linija. Tako će na primjeru slike 3., pola serije određene pozicije biti od trenutka lansiranja u proizvodnju gotovo za 13 TJ. Pri dijeljenju osnovne serije na veći broj manjih serija potrebno je voditi računa o troškovima pripreme stroja ili proizvodne linije. Naime, ne bi imalo smisla razbijati osnovnu seriju na više od dvije ili tri manje serije ako su troškovi pripreme visoki, pa će ubrzanje ciklusa proizvodnje znatno povećati troškove pripreme, odnosno ukupne troškove proizvodnje. Na taj će se način u najkraćem vremenu završiti određena količina dotične pozicije. Na gantogramu, slika 3., prikazan je takav ciklus proizvodnje gdje se vidi da će polovica serije biti završena za 13 TJ, a ostatak će biti završen u 19 TJ.



Slika 4. Gantogramski prikaz kombiniranog ciklusa proizvodnje, [4]

2.4. Stvarni ciklus proizvodnje (Ts)

Stvarni ciklusi proizvodnje su, na žalost, oni koji traju najduže. Oni se ne odvijaju ni po postupnom načinu kretanja, a osnovni je razlog to što između operacija postoji određeni zastoje (tzv. međuoperacijski zastoji), kao što je kontrola, transport, čekanje na slobodno radno mjesto itd., koji produžava trajanje ciklusa. Međuoperacijski zastoje T_z obično je isti u određenom pogonu i posljedica je određene razine organizacije promatranog poduzeća. Uvijek se računa da je broj međuoperacijskih zastoja jednak broju operacija (postoji zastoje i nakon zadnje operacije prije ulaska pozicije ili dijela u skladište). Na slici 4., prikazan je gantogram stvarnog ciklusa proizvodnje.



Slika 5. Gantogramski prikaz stvarnoga ciklusa proizvodnje, [4]

Poznati su primjeri iz prakse gdje je trajanje međuoperacijskih zastoja iznosilo ukupno više nego što traje sam proizvodni rad. Zbog toga se željelo odrediti koliki su stvarni ciklusi proizvodnje za pojedine pogone ili čak tvornice, te su provedene analize tako da su stavljeni u odnos stvarno snimljeni ciklusi proizvodnje s ciklusima proizvodnje proizvodnje po postupnom načinu kretanja.

$$f = T_s / T_{\text{pos}} ; T_s = f \cdot T_{\text{pos}} = f \cdot \sum \text{NS (dani)}$$

gdje su:

$\sum \text{NS}$ - suma norma sat

f - koeficijent protoka

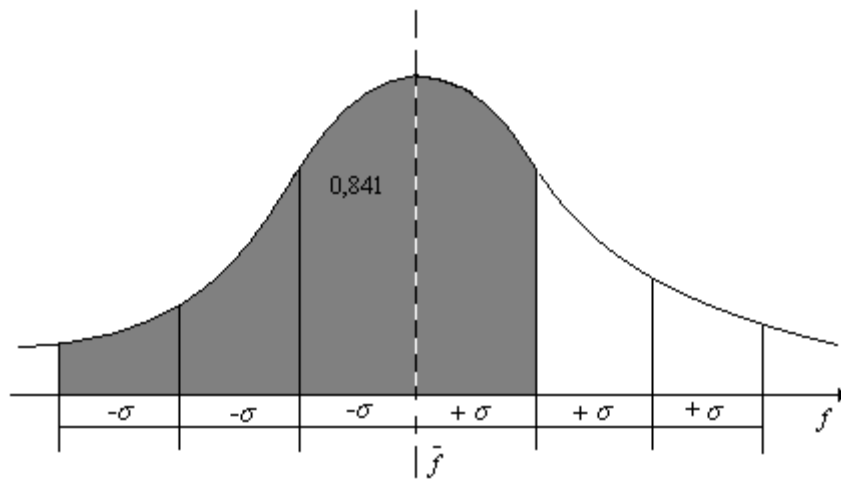
T_s - stvarni ciklus proizvodnje uvijek u danima

T_{pos} - ciklus proizvodnje po postupnom načinu kretanja ili suma NS pretvorena u dane

Tako je dobiven koeficijent protoka f koji kaže koliko je stvarni ciklus proizvodnje duži od onoga po postupnom načinu kretanja. Kad je za određeni pogon poznat koeficijent protoka, može se točno odrediti stvarne rokove isporuke gotovog proizvoda na vrlo jednostavan način. Sada se postavlja pitanje kako pronaći koeficijente protoka u određenom pogonu ili poduzeću. Analiza se provodi na podacima o početku i završetku rada iz više radnih naloga koji su izrađeni u minulom razdoblju. Podatak o početku proizvodnje može se naći na prvoj radnoj listi ili u popratnoj listi gdje poenter upisuje podatak (datum) o predaji robe na skladište, što je ujedno i završetak stvarnog ciklusa proizvodnje. Razlika tih dvaju podataka dat će vremenski interval stvarnog ciklusa. Stavljajući u odnos ovaj vremenski interval sa sumom norma-sati u danima, dobiva se za taj radni nalog određeni koeficijent protoka. Kada se prikupe podaci za više radnih naloga, može se odrediti i prosječni koeficijent protoka. Računajući takvim koeficijentom protoka buduće radne naloge, dobivat će se podaci za trajanje stvarnog ciklusa proizvodnje T_s ili manje uz vjerojatnost od 50%, tj. tako određeni rokovi isporuke mogu trajati i duže u 50% slučajeva.

Ovako određenim rokom isporuke ne bi bio zadovoljan ni jedan kupac, zato ga treba odrediti uz veću vjerojatnost ispunjenja.

Kako bi se povećala sigurnost izračunatog stvarnog ciklusa proizvodnje T_s , prosječni koeficijent protoka \bar{f} treba uvećati za standardnu devijaciju σ , kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Normalna razdioba vrijednosti koeficijenta protoka f , [4]

Šrafirana površina označuje veličinu koeficijenta protoka uz sigurnost od 84,1% (ukupna površina ispod Gausove krivulje je 100%). Ako se na primjer uzme da je prosječni

koeficijent protoka $\bar{f}=3$, a $\sigma=1,2$, onda je koeficijent protoka uz prethodnu vrijednost :

$$f = \bar{f} + \sigma = 3 + 1,2 = 4,2$$

Za vjerojatnost od $p = 97,7\%$ koeficijent protoka je:

$$f = \bar{f} + 2\sigma = 3 + 2,4 = 5,4$$

Iz primjera se može zaključiti da nije problem povećati sigurnost koeficijenta protoka, odnosno postići rokove isporuke koji će se i održati. No, na taj način dobivaju se predugački rokovi koje ni jedan kupac ili investitor neće prihvatiti. Za daljnje analize ovoga problema trebalo bi se koristiti statističkim metodama.

Prilikom provođenja analiza za računanje koeficijenta protoka nastaju velika odstupanja između pojedinih vrijednosti pa se pokušalo naći neku zakonitost koja bi omogućila rasvjetljavanje tih odstupanja i konstatiralo da radni nalozi s amlim brojem sati rada imaju velike koeficijente protoka, a oni s velikim brojem sati rada male koeficijente protoka. Do toga se može doći kad se zna da je međuoperacijski zastoj obično konstantan, bez obzira na to radi li se proizvodnji 5000 ili 10000 proizvoda na određenoj operaciji, a to znači da će u formuli za izračunavanje koeficijenta protoka međuoperacijski zastoj ostati konstantan u odnosu na udvostručenu sumu norma-sati, tj. smanjuje se utjecaj međuoperacijskih zastoja u ukupnome trajanju stvarnog ciklusa. Ovisnost koeficijenta protoka o sumi norma-sati prikazana je na slici 6.

Ustanovljeno je da za izračunavanje koeficijenta protoka f treba ΣNS pretvarati u dane.

Da se to ne bi radilo, koristi se jedan praktičniji koeficijent protoka koji je izrađen za određene pogonske uvjete i označava se s K . Odnos između koeficijenata f i K u ovisnosti o broju smjena rada prikazan je trima relacijama:

$$K1 = f / 8 \text{ za rad u jednoj smjeni,}$$

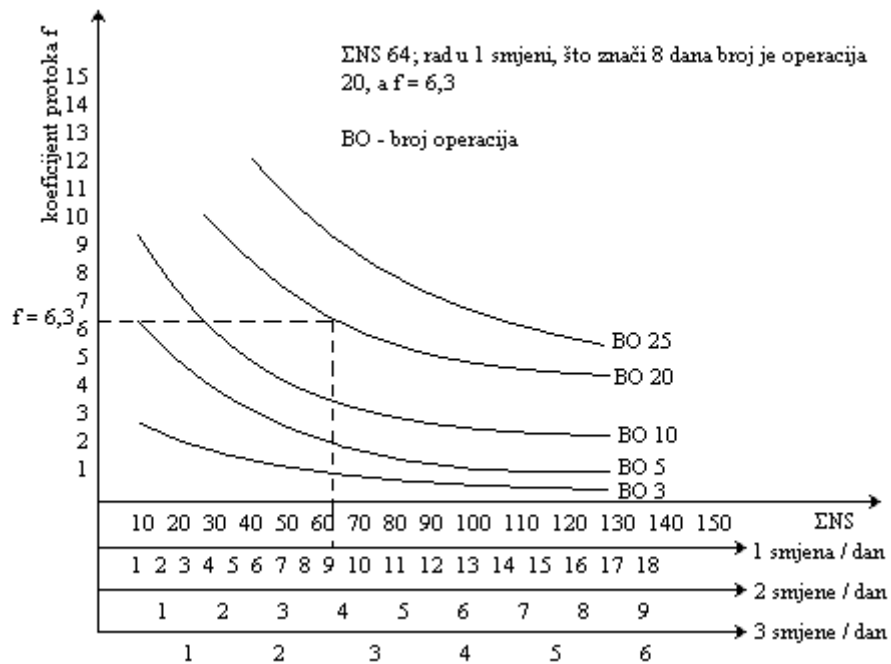
$$K2 = f / 16 \text{ za rad u dvije smjene,}$$

$$K3 = f / 24 \text{ za rad u tri smjene.}$$

U tom slučaju se stvarni ciklus izračunava na osnovi relacije:

$$Ts \text{ (dani)} = K \cdot \Sigma NS \text{ (sati).}$$

Kao što je već prije spomenuto međuoperacijski zastoji su približno konstantni, pa se iz tog može izvući i ovisnost koeficijenta protoka o broju operacija koje treba izvesti tijekom proizvodnoga procesa neke pozicije ili poluproizvoda. Na slici 6., prikazano je kretanje koeficijenta protoka u ovisnosti o broju operacija. Iz slike se, dalje, može zaključiti kako će koeficijent protoka za istu sumu norma-sati biti veći ako je posrijedi pozicija s više operacija, jer je veći utjecaj zastoja.



Slika 7. Ovisnost koeficijenta protoka o Σ NS i broju operacija (BO), [4]

3. IZVORI MEĐUOPERACIJSKIH ZASTOJA, [4]

Treba zaključiti da je koeficijent protoka indikator koji vrlo brzo daje podatke o kvaliteti proizvodnoga procesa, odnosno o njegovoj organizaciji. Takav koeficijent protoka uspješno se koristi, kao što je i opisano, kao alat za dovoljno dobro određivanje stvarnog ciklusa proizvodnje u poduzeću. No, njegovu vrijednost određuju veličine međuoperacijskih zastoja. Dakle, stvarni ciklus proizvodnje može se određivati (računati) i izravno dodavanjem trajanja međuoperacijskog zastoja na trajanje svake operacije u danima. Pri tome treba razlikovati o kojim se operacijama radi, tj. izvode li se operacije u istoj radionici, proizvodnom pogonu, ili u drugoj hali, možda izvan kruga tvornice, kod kooperanata itd.

Veličina međuoperacijskog zastoja varirat će od jednog sata do nekoliko dana (operacije se izvode u krugu tvornice), ili čak tjedana (dislocirani pogoni iste tvornice ili kooperanti). Konačno, poznajući broj i veličine međuoperacijskih zastoja, s jedne strane, te broj, vrstu, radno mjesto i trajanje operacija, s druge, može se čistim zbrajanjem vrlo jednostavno izračunati stvarni ciklus proizvodnje u danima. Takav način računanja stvarnog ciklusa proizvodnje prisutan je u svim software-paketima za upravljanje proizvodnjom.

Međuoperacijski zastoji nastaju iz više razloga:

- čekanje na kontrolu i sama kontrola izratka
- vrijeme manipulacije materijalom ili izratkom
- čekanje na unutrašnji transport
- sve vrste transporta između radnih mjesta
- čekanje dokumentacije
- čekanje na sljedeće slobodno radno mjesto i sl.

Apsolutnu veličinu svih zastoja dobiva se relacijom:

$$T_z \text{ /dana/} = T_s \text{ /dana/} - \sum NS \text{ /dana/}$$

Snimanjem udjela pojedinog zastoja u sumi, zastoji se mogu rangirati po značaju (veličini i frekvenciji), pa se mogu odrediti prioriteti rješavanja pojedine vrste međuoperacijskih zastoja. Evo nekoliko primjera što će se učiniti ako je uočeno da ne zadovoljava po svojoj veličini sljedeći međuoperacijski zastoj:

a) *Čekanje na unutrašnji transport i sam transport.* Sustav obavješćavanja radnika treba unaprijediti, sredstva transporta treba mijenjati, transportne puteve treba bolje riješiti, layout određenog pogona treba promijeniti itd..

b) *Čekanje na sljedeće radno mjesto.* Potrebno je naći rješenje za usko grlo proizvodnje, kao npr. nabavom novog stroja, paralelnim izvođenjem iste operacije na više strojeva, uvođenjem dodatne smjene i na kraju angažiranjem kooperacije za izvođenje istih operacija.

c) *Čekanje na kontrolu i kontrola izradaka.* Osigurati suvremeni sustav obavješćavanja, nabaviti suvremenu opremu za bržu i efikasnu kontrolu, osigurati prostor. U skladu s npr. ISO 9000-9004 osigurati organizacijski odgovarajući odnos proizvodnog radnika prema kvaliteti izradaka koje proizvodi itd.

d) *Čekanje na reproduksijski materijal, dokumentaciju, alat, naprave i mjerila.* Potrebno je osigurati suvremenu dispečersku službu kao produženu ruku operativne pripreme, unaprijed rezervirati po planu proizvodnje reproduksijski materijal, alat itd. Dakle, u trenutku lansiranja proizvodnje svi ovi elementi trebaju biti raspoloživi.

Rješavanjem ovih problema smanjuje se međuoperacijski zastoj, koeficijent protoka približava se jedinici, a sve to znači da se stvarni ciklus proizvodnje smanjuje, i da se povećava obrat uložених sredstava u proizvodnju. Proizlazi da za smanjenje stvarnih ciklusa proizvodnje treba skraćivati zastoje u pogonu ili uopće u poduzeću, a na tom se polju može mnogo napraviti uvođenjem dobre organizacije proizvodnje.

4. OPIS POSTROJENJA, [3], [6]

U 80-oj obljetnici osnutka, u prosincu 2001. godine, Pliva d.d. je u Zagrebu – Hrvatska otvorila novi Pogon za proizvodnju suhih oralnih oblika lijekova, kao i pogon za opremanje gotovih lijekova uz ostale logističke sadržaje.

Pogon je realiziran neposredno uz postojeći proizvodni pogon za proizvodnju lijekova, izgrađen 1975. godine, koji je u to vrijeme bio na visokoj tehnološkoj i tehničkoj razini. Budući da su se u farmaceutskom svijetu bitno povećali standardi, PLIVA je odlučila realizirati novi pogon za proizvodnju suhih oralnih oblika lijekova kao posljednju riječ farmaceutske tehnologije (state of the art).

Uz novi su pogon osuvremenjeni sadržaji postojećeg pogona, čime je dobivena cijelina, koja obuhvaća procese od ulaza i zaprimanja sirovina, skladištenja sirovina, proizvodnje poluproizvoda, opremanja proizvoda te expedita u glavni distribucijski centar PLIVE u Savskom Marofu.



Slika 8. Plivin proizvodni pogon na lokaciji „Prilaz Baruna Filipovića 25“

4.1. Podaci o pogonu

Novi pogon

Ukupna razvijena površina	16200 m ²
Ukupna razvijena površ. bez skladišta	14200 m ²
Broj etaža	podrum + prizemlje + 7 katova
Broj proizvodnih etaža	3
Broj tehničkih etaža	5 (zadnja, 7. etaža za ventilacijske uređaje)
Skladište	1700 + 700 paletnih mjesta

Pogon opreme

Ukupna razvijena površina	4500 m ²
Buffer skladište ambalaže i prihvatna površina	1500 m ²

Projektiranje i građenje

Tehnologija i proces	Pliva i Elveco (Belgija)
Dokumentacija za građenje	Termoinženjering – projektiranje
Građenje	VATech Elin EBG (Austrija)
	Tehnika – Zagreb
Investicijska vrijednost	640 milijuna kn (uključivo proizvodna oprema)

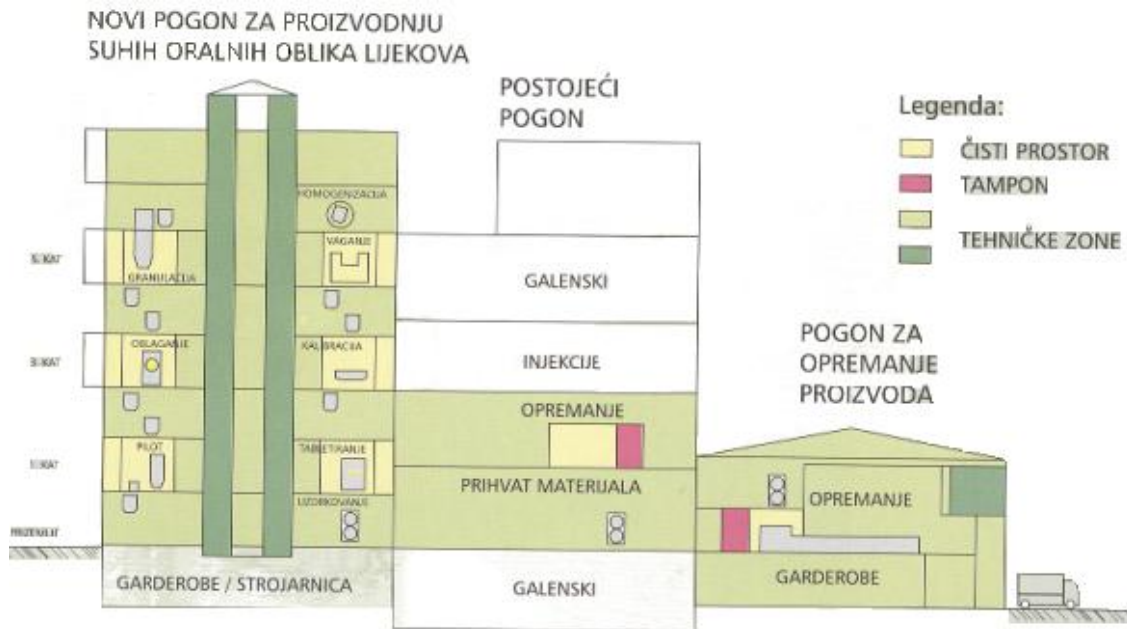
Proizvodni asortiman

- Tablete
- Film tablete
- Dražeje
- Pjenušave tablete
- Tvrde želatinozne kapsule
- Suhi sirupi

Tehnološki kapacitet

- 960 tona godišnje proizvodnje za projektirani, zadani proizvodni program (cca 100 formulacija)

4.2. Opis tehnološkog procesa



Slika 9. Presjek proizvodnog objekta

Proizvodni objekt je zgrada tzv. „sandwich“ izvedbe od 9 katova: podrum, prizemlje i 7 nadzemnih etaža. Od toga su 3 proizvodna kata (1. 3. i 5. kat) te 5 tehničkih katova. Na njima se odvija cjelokupni proces proizvodnje, a međusobna komunikacija materijalima – sirovinama i poluproizvodima – odvija se vertikalno, pomoću specifično dizajniranih standardiziranih spremnika, tzv. „Bin“-ova, koje prevozi automatski sustav za transport materijala (MHS).

Automatizirano skladište sirovina smješteno je u središnjem dijelu objekta i proteže se gotovo cijelom duljinom, odnosno visinom zgrade. Smještaj skladišnog prostora uvjetovan je proizvodnim procesom, koji se zasniva na što kraćim putevima za dopremu sirovina.



Slika 10. Standardizirani spremnik-„Bin“ i paletirka

Prostori su klasificirani prema stupnju „čistoće“ zraka u tri stupnja:

- svijetlo sivi ili čisti prostori (proizvodne sobe ili čisti hodnici),
- tamno sivi li optički čisti prostori (tehničke zone) i
- crni prostori u kontaktu s vanjskim okolišem.

Između pojedinih zona nalaze se tzv. prijelazne zone („transition“). To su zračni tamponi („Air-locks“).

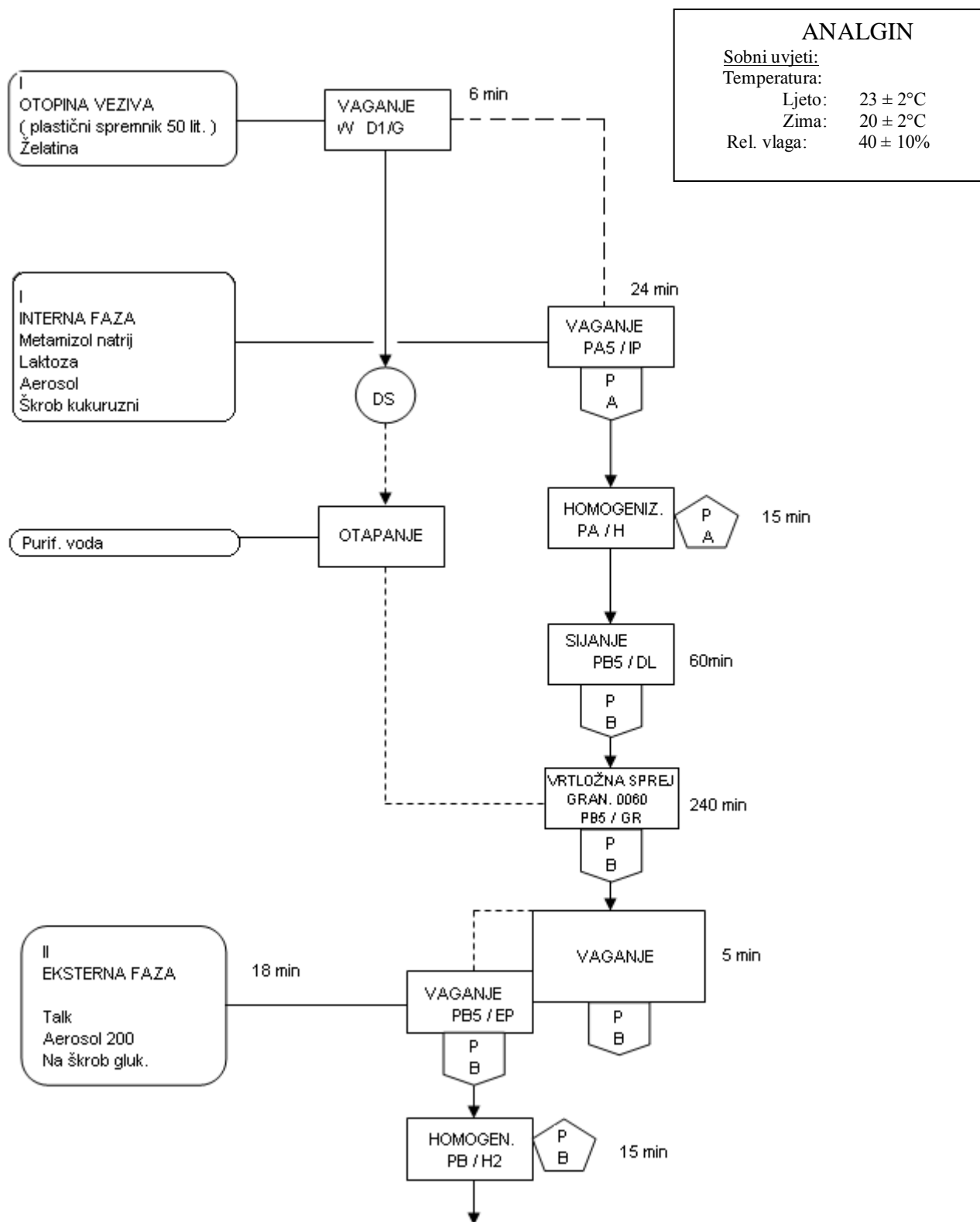
Objekt je osno simetričan u odnosu na dulju os (sjever-jug). Po obodu proizvodnih katova (1., 3., 5.) nalazi se čisti hodnik, koji ujedno služi kao veliki spremnik 100% svježeg, HEPA-filtriranog zraka. Prema sredini objekta, s istočne strane, nalazi se niz proizvodnih „čistih“ prostora. To su tzv. „otoci“ proizvodnje. Svaki proizvodni kat ima svoju tehničku zonu s obje strane zgrade, između skladišta i proizvodnih prostora. U tehničkim zonama se nalaze uređaji i strojevi za održavanje proizvodnje.

Proizvodni ciklus je organiziran vertikalnim slijedom jer se kao pogonska energija jednim dijelom koristi gravitacija. 7. i 6. kat su tehničke zone. Na 7. katu su smješteni uređaji za

pripremu zraka, centralni sustav za otprašivanje i postrojenja za pripremu procesnog zraka za granulaciju.

6. kat je namijenjen prometu automatskih vozila koja dopremaju robu nad proizvodne sobe na 5. katu. Tu se također nalaze pomoćni procesni uređaji te energetske i klimatske uređaji. Od procesne opreme, na 6. su katu smješteni stanica za automatsko pranje kontejnera („Bin-ova“) i homogenizator. Njihov rad je automatiziran u sklopu sustava za rukovanje materijalima (MHS). Na 5. katu nalaze se moduli za početne proizvodne postupke, odnosno prostorije za vaganje te moduli za granulacije. 4. kat je tehnički. Na njemu se nalazi soba za odmor proizvodnih radnika, povezana s proizvodnim prostorom. 3. kat je ponovno proizvodni. Na njemu su, u skladu s proizvodnim slijedom, smješteni proizvodni otoci za regranulaciju, otoci za punjenje granulata u kapsule te otoci za oblaganje tableta. Uz otoke za oblaganje tableta smješteni su i prikladno organizirani otoci za pripremu otopina za oblaganje. 2. kat je tehnički, s potpuno odvojenom sobom za odmor radnika. Na 1. su katu smješteni proizvodni otoci za tabletiranje različitih klasa proizvoda i sobe za kontrolu kvalitete (IPC).

U sklopu proizvodnih otoka postoji posebni otok za proizvodnju pjenušavih tableta u kojem se relativna vlažnost održava ispod 20%. Na istom su katu smješteni i prostori za održavanje tabletnih žigova i njihovu pohranu. Dio prvog kata zauzima i „pilot“ pogon koji je fizički odvojen od proizvodnog pogona, a on služi za proizvodnju manjih serija. U prizemlju su, osim tehničkih površina, smještene površine za prihvata sirovina i ambalaže, repaletiziranje, otprašivanje, identifikaciju te sobe za uzorkovanje sirovina. Osim toga u prizemlju je organizirana transportna veza novog objekta s postojećim objektom te transport binova s poluproizvodima do linija za pakiranje. Dio prizemlja zauzima pilot pogon, transformatorska stanica te spremište otapala i maziva.



Slika 11. Flow chart prikaz proizvodnog ciklusa za jedan proizvod

5. ANALIZA KONKRETNIH CIKLUSA PROIZVODNJE

Za zadatak sam dobio da na temelju dobivenih i prikupljenih podataka iz proizvodnje analiziram dotični ciklus proizvodnje. Trebalo je napraviti popis proizvoda, strojeva i operacija koje će se obavljati za određene proizvode na određenim strojevima (zauzetost strojeva), te izračunati vrijeme trajanja ciklusa proizvodnje za svaki od proizvoda, kao i sva ostala pripadajuća vremena, te na temelju toga ustanoviti stvarno stanje i moguća poboljšanja po pitanju iskorištenja strojeva.

Analizirao sam ciklus proizvodnje za tri vrste proizvoda i uzeo za primjer da je potrebno proizvesti dvije serije prvoga proizvoda, tri serije drugoga proizvoda i dvije serije trećega proizvoda. Za proizvodnju tih proizvoda koristi se šest različitih strojeva. Na slikama 12. i 13., su prikazani proizvodi i strojevi dok su na slikama 14. i 15., prikazane operacije koje se vrše na pojedinim strojevima i izračunate vrijednosti zauzeća tih strojeva.

Na slici 16., su prikazane operacije iz slike 14., pomoću gantograma. Nadalje, na slikama 17., 18. i 19., su prikazana moguća poboljšanja po pitanju trajanja proizvodnog ciklusa proizvoda ili cijelokupne proizvodnje u tri varijante. To se postiže preraspoređivanjem operacija po strojevima, mjenjanjem redoslijeda puštanja proizvoda u proizvodnju...

Glavni cilj je svake proizvodnje, pa tako i ove, je što bolja iskorištenost kapacitea (strojeva), što kraće vrijeme trajanja proizvodnje, svesti međuoperacijske zastoje na minimum, itd. Uzmemo li sve to u obzir možemo zaključiti da je 3. varijanta najbolji način proizvodnje za odabrani uzorak proizvoda jer jedina ima ukupno trajanje proizvodnje kraće od postojećeg.

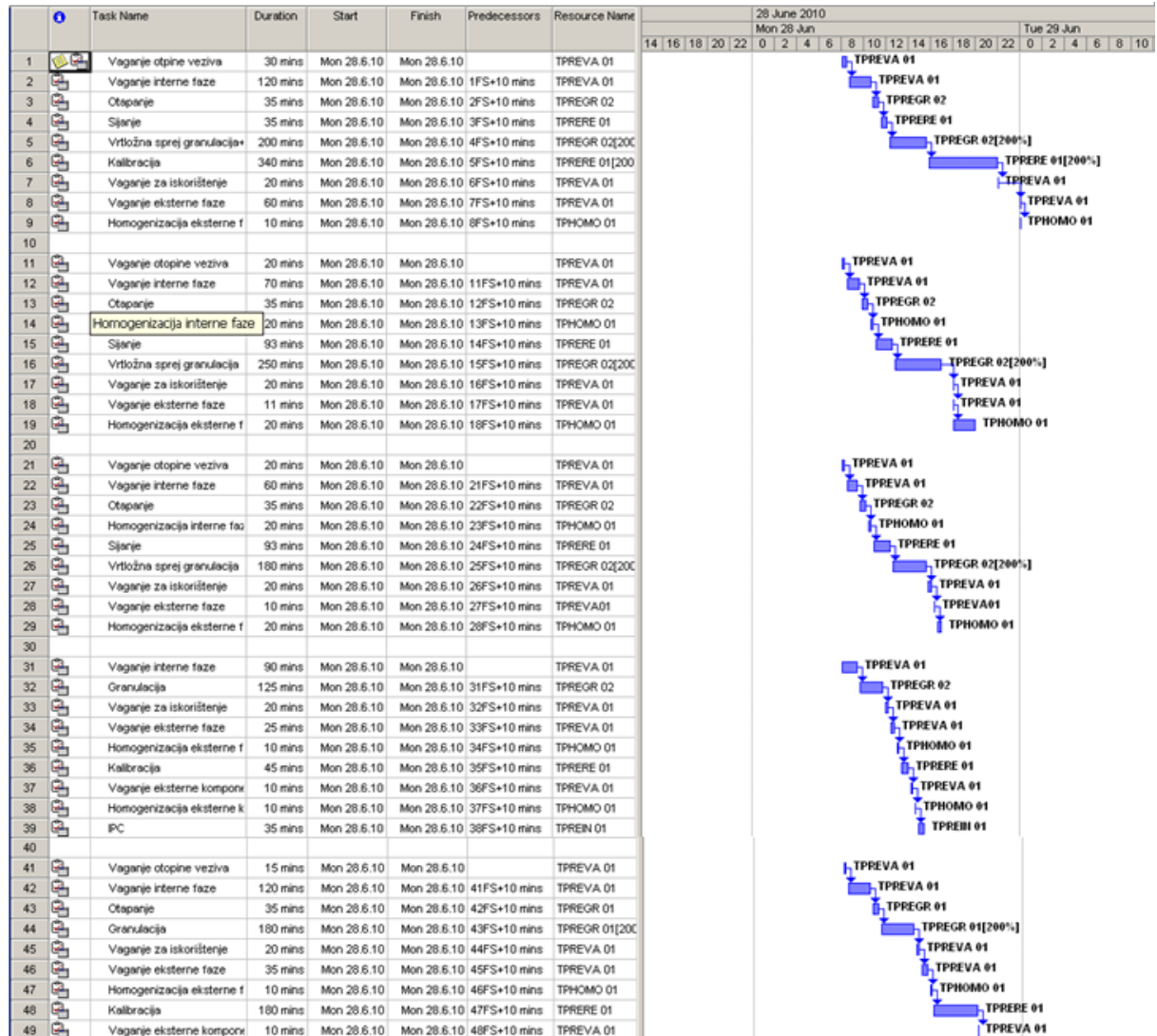
Sifmat	Naziv komponente	operaci	Opis operacije	Sifra_stroj	Kratki opis	Količina	Količina_j	Trajanje_IF35
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	10	Vaganje otopine veziva	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	183	KG	30 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	20	Vaganje interne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	183	KG	120 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	30	Otapanje	TPREGR 02	REGULARNI - GRANULACIJA H3, 5.56	183	KG	35 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	40	Sijanje	TPRERE 01	REGULARNI - REGRANULACIJA, 3.56 I 3.57	183	KG	35 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	50	Vrtložna sprej granulacija+uzor	TPREGR 02	REGULARNI - GRANULACIJA H3, 5.56	183	KG	400 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	60	Kalibracija	TPRERE 01	REGULARNI - REGRANULACIJA, 3.56 I 3.57	183	KG	680 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	70	Vaganje za iskorištenje	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	183	KG	20 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	80	Vaganje eksterne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	183	KG	60 MIN
831479	TEGRETOL RETARD TBL. 400 MG	90	Homog. eksterne faze	TPHOMO 01	HOMOGENIZATOR ROBOTAINER, 6.09	183	KG	10 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	10	Vaganje otopine veziva	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	313,5	KG	20 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	20	Vaganje interne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	313,5	KG	70 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	30	Otapanje	TPREGR 02	REGULARNI - GRANULACIJA H3, 5.56	313,5	KG	35 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	40	Homog. interne faze	TPHOMO 01	HOMOGENIZATOR ROBOTAINER, 6.09	313,5	KG	20 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	50	Sijanje	TPRERE 01	REGULARNI - REGRANULACIJA, 3.56 I 3.57	313,5	KG	93 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	60	Vrtložna sprej granulacija	TPREGR 02	REGULARNI - GRANULACIJA H3, 5.56	313,5	KG	500 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	70	Vaganje za iskorištenje	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	313,5	KG	20 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	80	Vaganje eksterne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	313,5	KG	11 MIN
831828	LADIOMIL FILM TBL. 25 MG	90	Homog. eksterne faze	TPHOMO 01	HOMOGENIZATOR ROBOTAINER, 6.09	313,5	KG	20 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	10	Vaganje interne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	288	KG	90 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	20	Granulacija	TPREGR 01	REGULARNI - GRANULACIJA H2, 5.58	288	KG	125 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	30	Vaganje za iskorištenje	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	288	KG	20 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	40	Vaganje eksterne faze	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	288	KG	25 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	50	Homog. eksterne faze	TPHOMO 01	HOMOGENIZATOR ROBOTAINER, 6.09	288	KG	10 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	60	Kalibracija	TPRERE 01	REGULARNI - REGRANULACIJA, 3.56 I 3.57	288	KG	45 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	70	Vaganje eksterne komponente	TPREVA 01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	288	KG	10 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	80	Homog. eksterne faze	TPHOMO 01	HOMOGENIZATOR ROBOTAINER, 6.09	288	KG	10 MIN
832478	VOLTAREN RAPID DR. 50 MG	90	IPC	TPREIN 01	SOBA ZA INSPEKCIJU REG. PROIZ. 3.58	288	KG	35 MIN

Slika 12. Popis proizvoda i operacija, [6]

Ime	Stroj	Broj smjena	Sati po smjeni	Br radnika u smjeni	SetUp	Cleaning VELIK	Cleaning MALI
TPMLIN01	MLIN ZA MLJEVENJE APEX, 5.61	2	6,5	1	0	0	0
TPREIN01	SOBA ZA INSPEKCIJU REG. PROIZ. 3.58	2	6,5	1	0	0	0
TPREGR03	Henschel high shear mixer	1	7	1	0	0	0
TPREG001	PRIPREMA OTOP. ZA GRAN., 5.57	2	7,5	1	0	0	0
TPMOH001	HOMOGENIZATOR MORANDI, 5.??	1	7,5	1	0	0	0
TPREOT01	SOBA ZA PRIPREMU OTOPINA ZA OBLAGANJE	3	7,5	1	0	0	0
TPABVA01	VAGAONA ZA ANTIBIOTIKE 5.19	3	7,5	1	0	0	0
TPABRE01	ANTIBIOTICI-REGRANULACIJA, 3.17	3	7,5	1	0	0	0
TPABOT01	SOBA 3.62 ZA PRIPREMU OTOP. ZA OBLAG.	3	7,5	1	0	0	0
TPABIN01	SOBA ZA INSPEKCIJU ANTIB. 3.21	2	7,5	4	0	0	0
TPPREB01	PREBIRAČICA	3	7,5	1	0	0	0
TPREVA01	VAGAONE ZA REGULARNE PROIZVODE 5.63, 5.6	3	7,5	1	0	0	0
TPSPTB03	Tableting - special products L-430, 1.19	3	7,5	1	0	0	0
TPSPRE01	SPECIJALNI-REGRANULACIJA, 3.16	3	7,5	1	0	0	0
TPSPOT01	SOBA 3.70 ZA PRIPREMU OTOP. ZA OBLAG.	2	7,5	1	0	0	0
TPSPVA01	VAGAONA ZA SPECIJALNE PROIZVODE 5.26	3	7,5	1	0	0	0
TPRERE01	REGULARNI-REGRANULACIJA, 3.56 I 3.57	3	7,5	1	0	0	0
TPSPIN01	SOBA ZA INSPEKCIJU SPEC. PROIZ. 3.12	2	7,5	1	0	0	0
UPHOM001	Morandi mješač UT	1	7,5	1	0	0	0
TPSPOB01	Glatt Coater GC1250, L-1081, 150kg	2	7,5	1	1	6	2
TPSPGR01	Aeromatic H1, FBD + HSM, 300kg	3	7,5	3	0,5	13	1
TPPREGR01	Aeromatic H2, FBD + HSM, 450kg	3	7,5	1	0,5	13	1
TPPREGR02	Aeromatic H3, FBD, 300kg	2	7,5	1	0,5	13	1
TPABGR01	Aeromatic H4, FBD, 180kg	1	7,5	1	0,5	12	1
UPGRAN01	Aeromatic H5 - UT	1	7,5	1	0	0	0
TPHOM001	CMA Robotainer bin blender	3	15	1	0	0	0
TABLETIR	Tabletiranje	3	43,5	1	0	67,5	0
TPKAPS01	KAPSULIRKA - L-1359, 3.25	2	7,5	1	2	24	3
UPKAPS01	KAPSULIRKA - UT	1	7,5	1	0	0	0
TPREOB02	Glatt Coater GC1250, L-1392, 150kg	3	7,5	1	1	6	2
TPREOB03	Glatt Coater GSC500, L-11619, 450kg	1	7,5	1	1	6	2
TPREOB01	Manesty Premier MP500, L-1654, 300kg	3	7,5	1	1	6	2
UPOBLG01	OBLAGANJE ACCELACOTA - UT	1	7,5	1	0	0	0
TPSPTB02	Fette 3100, L-1449, EU19	3	7,5	1	2	18	3
TPSPTB01	Fette 3090, L-1652, EU19	3	7,5	1	3	24	3
TPRET006	Fette 2090, FA5004855, exch. Turret	3	7,5	1	2	18	3
TPRET005	Fette 2090, FA5004253, exch. Turret	3	7,5	1	3	18	3
TPRET004	Fette 3100, L-1246, EU19 (poor shape)	3	7,5	1	2	24	3
TPRET003	Fette 2100, L-1244, EU19	3	7,5	1	2	18	3
TPRET002	Fette 2100, L-1448, EU1"	3	7,5	1	2	18	3
TPRET001	Fette 2100, L-1245, EU1"	3	7,5	1	2	18	3
TPRET007	Fette 2090, FA5007837, exch. Turret	2	7,5	1	2	18	3
UPOZNA01	Tablet printer Markem (old)	3	7,5	2	2	4	1
TPPRINT1	Tablet printer PI450 (new)	3	7,5	2	2	4	1
UPVAGA01	VAGAONA ZA - UT	1	7,5	1	0	0	0
UPTABL01	Tabletiranje - UT	1	7,5	1	0	0	0
UPOPRM01	OPREMANJE - UT	1	7,5	1	0	0	0

Slika 13. Popis strojeva, [6]

Na slici 14., su prikazani proizvodni procesi za svaki proizvod pojedinačno sa pripadajućim gantogramom. Prikazano je koje se sve operacije obavljaju po strojevima, te koliko traju. Jasno se vidi da su operacije međusobno zavisne, npr. ne može početi sijanje ukoliko sirovina prethodno nije prošla operacije „vaganja“ i „otapanja“.



Slika 14. Trajanje operacija po strojevima

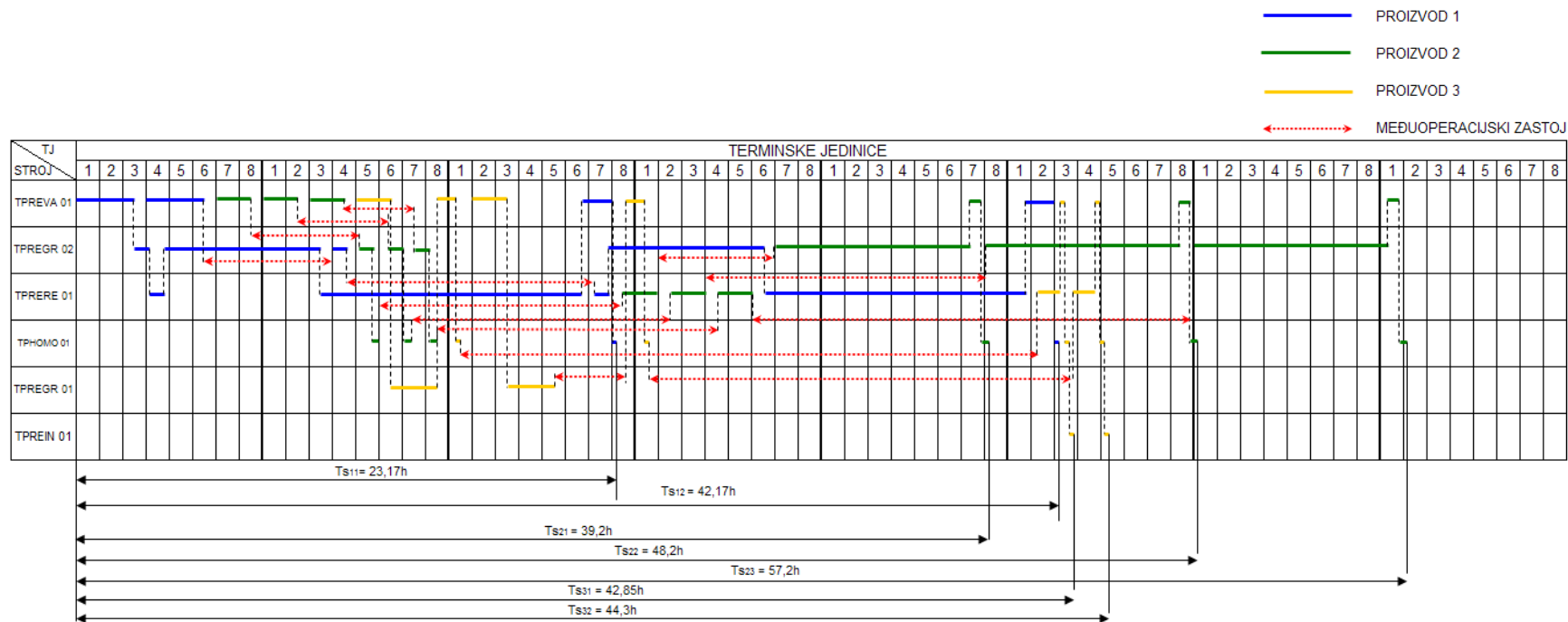
Na slici 15., su izračunate vrijednosti vremena zauzetosti strojeva. Kao što se može vidjeti ispod svakog stroja je napravljen ispis operacija koje se izvode na njemu, te vrijeme trajanja svake. Sima tih vremena daje ukupno vrijeme zauzetosti stroja.

Resource Name	Work	Details	21 Jun '10							28 Jun '10		
			M	T	W	T	F	S	S	M	T	W
TPREVA 01	13,27 hrs	Work								13,27h		
Vaganje otpine veziva	0,5 hrs	Work								0,5h		
Vaganje interne faze	2 hrs	Work								2h		
Vaganje za iskorištenje	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje eksterne faze	1 hr	Work								1h		
Vaganje otopine veziva	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje interne faze	1,17 hrs	Work								1,17h		
Vaganje za iskorištenje	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje eksterne faze	0,18 hrs	Work								0,18h		
Vaganje otopine veziva	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje interne faze	1 hr	Work								1h		
Vaganje za iskorištenje	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje interne faze	1,5 hrs	Work								1,5h		
Vaganje za iskorištenje	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje eksterne faze	0,42 hrs	Work								0,42h		
Vaganje eksterne komponente	0,17 hrs	Work								0,17h		
Vaganje otopine veziva	0,25 hrs	Work								0,25h		
Vaganje interne faze	2 hrs	Work								2h		
Vaganje za iskorištenje	0,33 hrs	Work								0,33h		
Vaganje eksterne faze	0,58 hrs	Work								0,58h		
Vaganje eksterne komponente	0,17 hrs	Work								0,17h		
TPREGR 02	24,83 hrs	Work								24,83h		
Otapanje	0,58 hrs	Work								0,58h		
Vrtložna sprej granulacija+uzorak	6,67 hrs	Work								6,67h		
Otapanje	0,58 hrs	Work								0,58h		
Vrtložna sprej granulacija	8,33 hrs	Work								8,33h		
Otapanje	0,58 hrs	Work								0,58h		
Vrtložna sprej granulacija	6 hrs	Work								6h		
Granulacija	2,08 hrs	Work								2,08h		
TPRERE 01	18,77 hrs	Work								18,77h		
Sijanje	0,58 hrs	Work								0,58h		
Kalibracija	11,33 hrs	Work								11,33h		
Sijanje	1,55 hrs	Work								1,55h		
Sijanje	1,55 hrs	Work								1,55h		
Kalibracija	0,75 hrs	Work								0,75h		
Kalibracija	3 hrs	Work								3h		
TPHOMO 01	2 hrs	Work								2h		
Homogenizacija eksterne faze	0,17 hrs	Work								0,17h		
Homogenizacija interne faze	0,33 hrs	Work								0,33h		
Homogenizacija eksterne faze	0,33 hrs	Work								0,33h		
Homogenizacija interne faze	0,33 hrs	Work								0,33h		
Homogenizacija eksterne faze	0,33 hrs	Work								0,33h		
Homogenizacija eksterne faze	0,17 hrs	Work								0,17h		
Homogenizacija eksterne komponente	0,17 hrs	Work								0,17h		
Homogenizacija eksterne faze	0,17 hrs	Work								0,17h		
TPPREVA01	0,17 hrs	Work								0,17h		
Vaganje eksterne faze	0,17 hrs	Work								0,17h		
TPPREIN 01	0,58 hrs	Work								0,58h		
IPC	0,58 hrs	Work								0,58h		
TPPREGR 01	6,58 hrs	Work								6,58h		
Otapanje	0,58 hrs	Work								0,58h		
Granulacija	6 hrs	Work								6h		

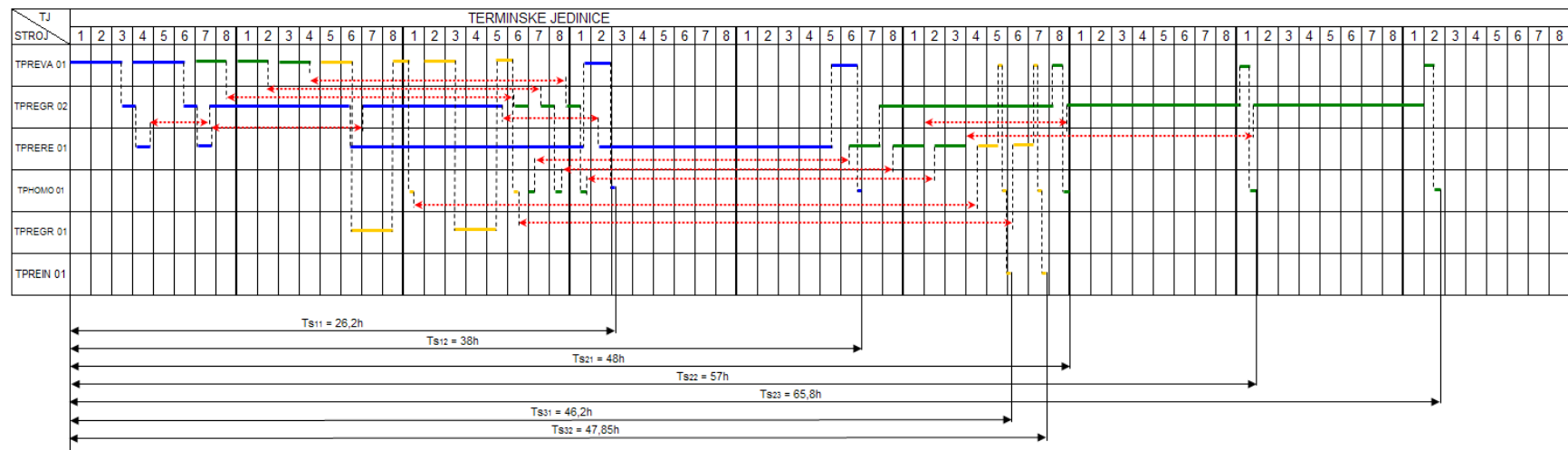
Slika 15. Zauzetost strojeva

Na slici 16., je prikazan gantogram postojećeg stanja. Uzeti su dobiveni podaci, kao što je prikazano na slici 12., i uvršteni u gantogram. S obzirom da lista, slika 12., počinje s proizvodom naziva „TEGRETOL RETARD TBL. 400MG“ on je prvi i uvršten u gantogram. Trajanje operacija za taj proizvod je označeno plavom linijom i uzeto je da se rade dvije serije toga proizvoda. Prva operacija za taj proizvod je vaganje otopine veziva i interne faze na stroju „TPREVA 01“, druga operacija je otapanje koje se vrši na stroju „TPREGR 02“, treća operacija je sijanje na stroju „TPRERE 01“, četvrta operacija je vrtložna sprej ganulacija na stroju „TPREGR 02“, peta operacija je kalibracija na stroju „TPRERE 01“, šesta operacija je vaganje za iskorištenje i eksterne faze na stroju „TPREVA 01“ i sedma operacija je homogenizacija eksterne faze na stroju „TPHOMO 01“. S obzirom da je gantogram crtan postupno, onako kako su izlistane operacije na slici 12., ulazak u proizvodnju kao prvi ima svojih prednosti iz razloga što su, očito, svi strojevi na raspolaganju. Na kraju svake od serija se povlači linija paralelna sa početkom proizvodnje, te se tako dobiva vrijeme trajanja proizvodnog ciklusa za tu seriju, pa je trajanje ciklusa proizvodnje za prvu seriju proizvoda „TEGRETOL RETARD TBL. 400MG“ iznosi, $T_{S11} = 23,17h$, a za drugu seriju $T_{S12} = 42,17h$. S obzirom da je druga serija proizvoda 1 počela neposredno nakon završetka prve serije, ovaj rezultat ukazuje na utjecaj međuoperacijskih zastoja u proizvodnji. Osim zbog čekanja na stroj do međuoperacijskih zastoja dolazi i zbog pripreme stroja, transporta, čišćenja strojeva... Tu pojavu nastojima u što većoj mjeri izbjeći kako bi skratili trajanje proizvodnog ciklusa, primjer slika 19. Nakon proizvoda „TEGRETOL RETARD TBL. 400MG“ u proizvodnji, odnosno gantogram se ucrtava vrijeme trajanja operacija za drugi proizvod – „LADIOMIL FILM TBL. 25MG“. Za taj se proizvod operacije također ucrtavaju onako kako je prikazano na listi, slika 12. i označene su zelenim linijama. Postupak je isti kao i za prvi proizvod uz jedno ograničenje, a to je da sada nisu svi strojevi na raspolaganju odmah i drugi proizvod se proizvodi u tri serije. Kao što se može vidjeti na slici 17., dolazi do čekanja, tzv. međuoperacijskih zastoja. Vrijeme trajanja ciklusa proizvodnje prve serije proizvoda 2 iznosi, $T_{S21} = 39,2h$, druge serije, $T_{S22} = 48,2h$ i treće serije, $T_{S23} = 57,2h$. Ujedno i s tom operacijom završava i cijelokupna proizvodnja za zadani slučaj.

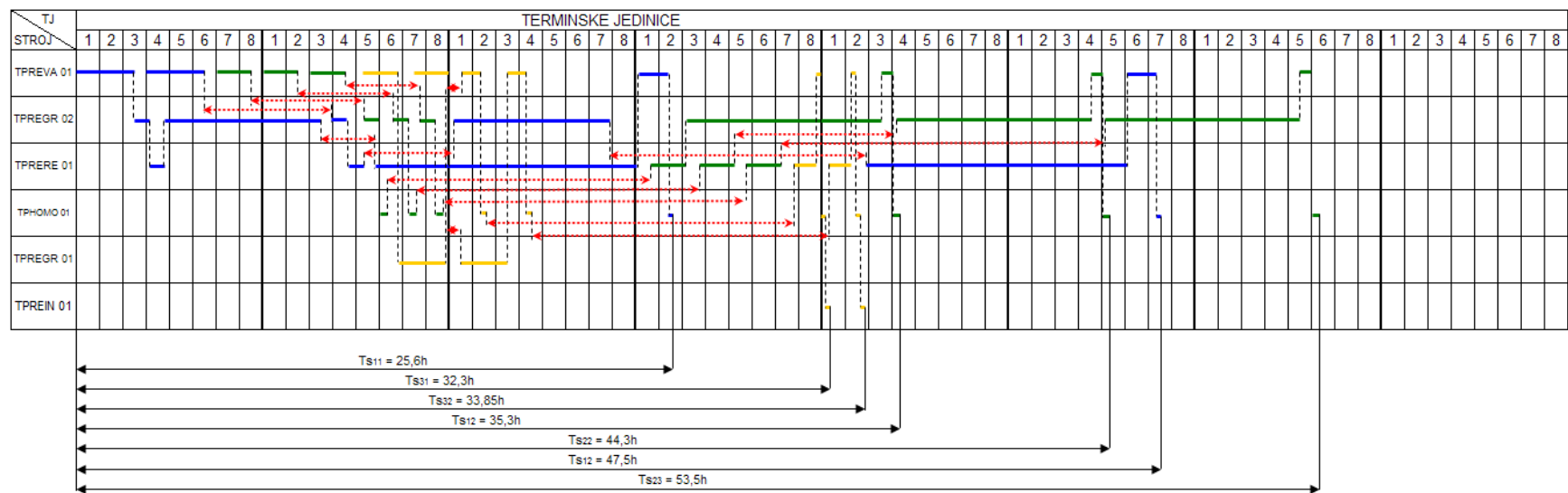
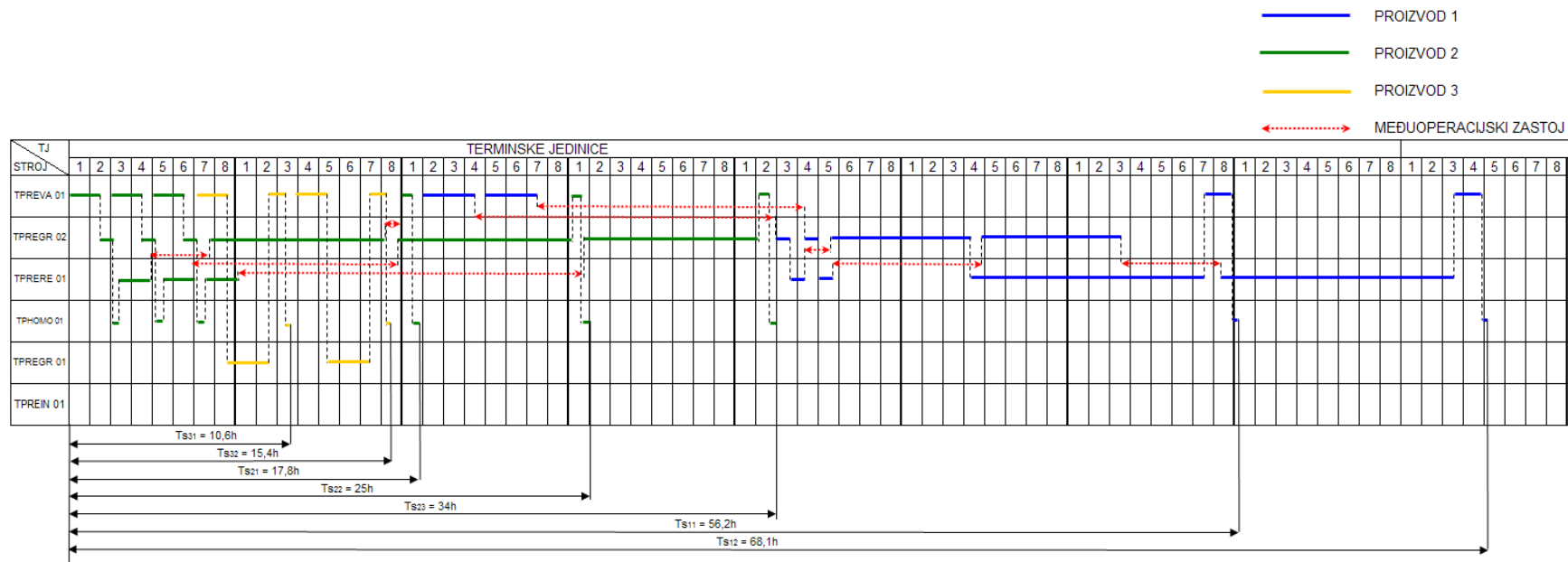
Postupak je analogan i za treći proizvod „VOLTAREN RAPID DR. 50MG“ koji se proizvodi u dvije serije i vrijeme trajanja operacija se označava žutom bojom. Vremena trajanja ciklusa proizvodnje za treći proizvod iznose: prva serija – $T_{S31} = 42,85h$, druga serija – $T_{S32} = 44,3h$. Na slikama 17. i 18., su prve dvije varijante gantograma u kojima se pokušalo izmjenom redoslijeda ulaska proizvoda u proizvodnju, te stavljanjem nekih operacija na čekanje, smanjiti ukupno vrijeme trajanja proizvodnje. No, niti jednom se od te dvije varijante to nije uspjelo postići. Kao što je već ranije navedeno kao najbolja varijanta za zadani problem po pitanju skraćivanja cijelokupnog vremena proizvodnje, odabrana je treća varijanta, koja je prikazana na slici 19. Na njoj je prikazan gantogram sa najkraćim cijelokupnim vremenom trajanja proizvodnje za već ranije spomenuta tri proizvoda. U ovom gantogramu postupak je drugačiji zbog toga što je redoslijed operacija drugačiji. Redoslijed ulaska proizvoda u proizvodnju ostao je isti, prvo „TEGRETOL RETARD TBL. 400MG, zatim „LADIOMIL FILM TBL. 25MG“ i na kraju „VOLTAREN RAPID DR. 50MG“. Karakteristika ova varijante je da operacije za neke strojeve mogu ranije početi, ali na uštrb trajanja ciklusa drugih proizvoda. To znači da ako imamo slučaj da se za više proizvoda preklapaju operacije na istom stroju, damo prednost onoj koja kraće traje kako bi se, bez nepotrebnog dugog čekanja, mogla nastaviti proizvodni ciklus za taj proizvod. Takav potez neće puno utjecati na onaj proizvod čija operacija duže traje, ali će puno doprinijeti skraćivanju trajanja cijelokupne proizvodnje. U gantogramu na slici 19., se može vidjeti više takvih slučajeva. Pa je tako npr., druga serija proizvoda 1 (plava linija) na stroju „TPREGR 02“ (granulator), stavljena na čekanje dok se na njemu ne odrade sve tri serije proizvoda 2 (zelena linija). Ili slučaj na stroju „TPRERE 01“, druga serija proizvoda 1 (plava linija) stavljena je na čekanje dok se ne odrade sve tri serije proizvoda 2 (zelena linija) i obje serije proizvoda 3 (žuta linija). Naravno, sve su te akcije rezultirale najkraćim cijelokupnim vremenom proizvodnje za zadani slučaj, koje iznosi $T_{S23} = 53,5h$. A to je i ujedno vrijeme trajanja ciklusa za izradu treće serije proizvoda 2. Vremena trajanja ciklusa za ostale serije proizvoda se ja sno mogu isčitati iz gantograma, redom: $T_{S11} = 25,6h$ (1.serija, proizvoda 1), $T_{S31} = 32,3h$ (1.serija, proizvoda 3), $T_{S32} = 33,85h$ (2.serija, proizvoda 3), $T_{S21} = 35,3h$ (1.serija, proizvoda 2), $T_{S22} = 44,3h$ (2.serija, proizvoda 2), $T_{S12} = 47,5h$ (2.serija, proizvoda 1), $T_{S23} = 53,5h$ (3.serija, proizvoda 2).



Slika 16. Postojeće stanje



Slika 17. 1. Varijanta



6. ZAKLJUČAK

Tema rada je bila praćenje ciklusa proizvodnje u farmaceutici. Konkretno bio sam u PLIVI d.d. i tamo sam dobio zadatak da za uzorak proizvoda analiziram ciklus proizvodnje. Za prikaz tih ciklusa koristio sam se vremenskim dijagramima, tzv. Gant-ovim dijagramima (gantogramima). Prvo sam nacrtao gantogram postojećeg stanja, slika 16., a zatim sam na temelju njega napravio tri varijante, moguća poboljšanja. Zaključio sam da je 3.verzija na slici 19., najbolja za zadani slučaj. Također je primjetno na sici 19., da su strojevi „TPREGR 02“ i „TPRERE 01“, svojevrsno usko grlo zadanog problema. Tome se može jednostavno doskočiti puštanjem u rad ili nabavom još jednog takovog stroja.

Jasno je da se ne može generalno reći za neku od varijanti da je najbolja zato što to ovisi o ciljevima koje žele postići oni koji planiraju proizvodnju. Ali baš u tome i leži kompleksnost ovoga problema jer ne postoji univerzalni alat u smislu nekakvog matematičkog modela ili softwaerskog paketa. Postoji, ali onaj koji ga je napravio radio ga je za sebe, što znači da je u pravilu neprimjenjiv, bez modifikacija, za neke druge slučajeve. I naravno da su ti alati za neke i preskupi, stoga većina još uvijek oslanja na iskustvo i tzv. „osjećaj“. Inače, s ovim se problem susreću sve vrste proizvodnje, neovisno o vrsti proizvoda i po meni on predstavlja temelj svake proizvodnje zato što njegova razrada počinje nekoliko mjeseci prije početka same proizvodnje, što znači da o njemu ovisi izgled cijlokupne proizvodnje.

7. LITERATURA

- [1] Dragan Kesić: Strategic analysis of the world pharmaceutical industry
- [2] www.pliva.hr
- [3] Pliva intranet
- [4] Ivo Čala: *Inženjerski priručnik*; dio 4., poglavlje 6.
- [5] Predavanja iz Proizvodnog menadžmenta
- [6] Materijali prikupljeni u Plivi